The 1999 Review of Acid Rain Science Programs in Canada

A report prepared to meet the requirements of *The Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000*

April 2000

Canadian Cataloguing in Publication Data

The 1999 review of acid rain science programs in Canada: a report prepared to meet the requirements of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000

Text in English and French on inverted pages
Title on added t.p.: Examen 1999 des programmes canadiens de recherche sur les précipitations acides.

ISBN 0-662-65414-5

Cat. No. En40-11/41-1999

1. Acid Rain – Canada.
2. Environmental monitoring – Canada.
3. Pollution – Canada.
I. Canada. Environment Canada.

TD195.54C2N54 2001 363.738'67'0971 C00-980515-XE

© Minister of Public Works and Government Services Canada 2001

101-04162/

The 1999 Review of Acid Rain Science Programs in Canada

A report prepared to meet the requirements of *The Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000*

April 2000

About the Acid Rain Working Group

The Acid Rain Working Group was established by the National Air Issues Coordinating Committee* to ensure progress in implementing the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000. The Working Group serves as a platform for sharing information among the federal, provincial, and territorial governments and for coordinating the work of developing new SO_2 reduction targets and schedules.

About the authors

The authors are members of the *ad hoc* scientific team established by the Acid Rain Working Group to conduct a review of acid rain science and monitoring in Canada, as required by the Canada-Wide Strategy. In their report, they refer to themselves as *the Review Team.* They are:

Guy Fenech, Chair
Senior Science Advisor
Environment Canada

Jacques Dupont
Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'environnement du Québec

Michael Hingston
Resource Management and Environmental Protection
Nova Scotia Department of the Environment

Robert Hughes
Air Quality Specialist
New Brunswick Department of the Environment

Kenneth R. Foster
Air Quality Phytotoxicologist
Alberta Environment

P. K. Misra
Manager, Environmental Modelling and Emission Inventory
Monitoring and Reporting Branch
Ontario Ministry of the Environment

*The National Air Issues Coordinating Committee is a committee of the Canadian Council of Ministers of the Environment, working in cooperation with the Council of Energy Ministers.

Acknowledgements

This report could not have been written without the contribution of many dedicated individuals who have been involved in acid rain science and monitoring for several years, and in some cases, decades. These individuals, many of whom are scientists, have first-hand knowledge of the ecological damage that continues to occur because of acid precipitation, particularly in eastern Canada. We thank them for their dedication.

Special thanks go to Giuseppe Muraca, who pulled together much of the information for this report and wrote significant parts of it, and to Dr. Tom Brydges for his support and very valuable advice. His deep and extensive knowledge of the issue made his input vital to the final product. We would also like to thank David Francis for editing the document.

Several parts of the report were borrowed from an earlier review by Environment Canada of its own acid rain science and monitoring program. We are particularly indebted to Dr. Dean Jeffries (National Water Research Institute) and to M. Robert Vet (Meteorological Service of Canada), who did most of that work.

TABLE OF CONTENTS

List of Selected Acronyms vi

Executive Summary 1

Introduction 5

Chapter 1 Objectives of the Acid Rain Science Program 7

Chapter 2 Status of Federal, Provincial, and Territorial Acid Rain Science and Monitoring Programs 13

Chapter 3 Are Existing Programs Adequate to Meet the Requirements of the Acid Rain Strategy? 34

Chapter 4 Recommendations 42

Appendix List of Consultation Meetings and Attendees 47

LIST OF SELECTED ACRONYMS

ELA	Experimental Lakes Area
APIOS	Acid Precipitation in Ontario Study
ARNEWS	Acid Rain National Early Warning System
CAPMoN	Canadian Air and Precipitation Monitoring Network
LRTAP	Long-Range Transboundary Air Pollution
NAMP	North American Maple Project
NAtChem	National Atmospheric Chemistry Database
NEG/ECP	New England Governors and Eastern Canadian Premiers
RAMP	Regional Aquatics Monitoring Program
RMCC	(Federal-Provincial) Research and Monitoring Coordinating Committee
TEEM	Terrrestrial Environmental Effects Monitoring
TEOM	Tapered Element Oscillating Microbalance
UN-ECE	United Nations Economic Commission for Europe

EXECUTIVE SUMMARY

When the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000 was adopted in October 1998, it required the federal, provincial, and territorial governments to review the country's acid rain science and monitoring programs in order to ensure that we have "the capability to assess both the degree of environmental improvement achieved and the adequacy of the control programs." The present report, which presents the status of federal, provincial, and territorial acid rain science and monitoring programs, fulfills that commitment. The review on which this report is based was conducted in 1999. A summary of the review's findings was presented to Environment Ministers in November 1999 as part of the *1999 Annual Progress Report on the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000.*

The review was carried out by a team of six federal and provincial scientists, comprising representatives from Environment Canada and the governments of Alberta, Ontario, Quebec, New Brunswick, and Nova Scotia. Stakeholders were invited to provide input into the review process at a consultation workshop in Montreal in June 1999. In addition, in-depth discussions among scientific experts were held in several regions of the country. In all, information was gathered from more than 40 experts in acid rain science from across the country, representing the federal and provincial governments, industry and the universities, and a variety of scientific disciplines.

Acid rain remains one of our major environmental problems. The most recent full scientific survey of the problem, the *1997 Canadian Acid Rain Assessment,* concluded that, in spite of our successes in reducing acidifying emissions of sulphur dioxide, our present control programs still do not go far enough to protect many sensitive ecosystems, especially in eastern Canada. To reduce the stress on these ecosystems, the Canada-Wide Acid Rain Strategy has called for the development of further controls on acidifying emissions. It has also set forth a commitment to "keep clean areas clean," in other words, to prevent problems from developing in areas that are presently not adversely affected by acidifying emissions.

In response to the main findings of the 1997 assessment and the objectives and commitments set forth in the Canada-Wide Acid Rain Strategy, the Review Team recommends that the primary purpose of acid rain science and monitoring in Canada should continue to be the verification of the effectiveness of emission control programs in reducing acid rain damage to lakes and forests. The Review Team further recommends that another full assessment of the acid rain problem in Canada be conducted by 2004. The 1997 assessment was based on data recorded up to the end of 1994. By 2004, however, information will be available to evaluate ecosystem responses to changes in emissions that took place between 1995 and 2000. This period is particularly important because it includes significant reductions in U.S. SO_2 emissions achieved under Phase 1 of the U.S. Clean Air Act Amendments. A 2004 report would provide a clearer picture of the impacts of emission reductions on the

recovery of sensitive lakes in parts of eastern Canada. It would also provide better information for developing effective pollution control strategies based on critical loads and would improve our knowledge of important processes, particularly the role of nitrogen.

Science Needs

In assessing the impact of the significant reductions made in acid rain science programs in the second half of the 1990s, the Review Team examined whether the remaining scientific activities could provide an adequate basis for assessing future progress in resolving current acid rain problems. It also examined the capability of existing programs to detect new problems in areas that are exposed to acidifying emissions but have not as yet been adversely affected by them.

The Review Team concluded that, in order to measure the degree of improvement in environmental or public health conditions that have been achieved as a result of emission reductions, post-2000 acid rain science programs must continue to:

- monitor air and precipitation chemistry to determine the extent to which they respond to changing emissions, and
- monitor lake and river chemistry to determine the degree to which water quality is recovering.

In addition, the science program should address a number of important and unresolved science issues that were identified in the 1997 assessment. These relate to the failure of some ecosystems to recover when deposition levels are reduced, the loss of forest soil fertility, and the role of nitrogen in acidification. Specifically, the Review Team recommends that the post-2000 science program:

- evaluate the response of aquatic biota to deposition changes,
- assess the degree and geographical extent of losses of forest soil fertility and evaluate the further risk posed to Canadian forests, and
- assess the role of nitrogen in ecosystems, both as a nutrient and as an acidifying agent.

These scientific activities have particular importance for eastern Canada, where acid rain continues to cause serious damage to many ecosystems. The same activities, although carried out at a lower intensity, are also necessary to verify the effectiveness of pollution management measures in other regions where the priority is to "keep clean areas clean."

Monitoring Gaps

The Review Team found significant gaps in current monitoring programs. Several such gaps exist in the basic deposition networks for eastern Canada, where a substantial area receives twice as much sulphate as the local lakes and wetlands can absorb without

suffering long-term damage. Surface waters in Nova Scotia, southern and central New Brunswick, southwestern Quebec, and the Parry Sound area of Ontario, in particular, are not properly monitored. A similar problem exists in northern Saskatchewan, where a number of sensitive lakes lie downwind of acidifying emissions from northern Alberta. Until these monitoring deficiencies are corrected, it will be impossible to assess whether controls are having the desired effect on valuable but sensitive environments, such as the salmon spawning rivers of southern Nova Scotia.

The Review Team is also concerned about the future of programs that monitor air and precipitation chemistry and map the deposition of acidifying pollutants. Experts predict that further reductions in the number of measurement sites could seriously jeopardize or even eliminate Canada's ability to produce reliable deposition maps. These maps not only show where the acid rain problem exists but also give an indication of multiyear trends. Although the measurement networks did not have sufficient density to provide data for the accurate mapping of deposition in northern Ontario, northern Quebec and Nova Scotia in 1996 (the last year for which maps were produced), some jurisdictions are nevertheless contemplating additional reductions to their networks. The Review Team has additional concerns about significant and growing delays in the production of these maps, which are published in a number of widely disseminated documents, including the biennial progress reports required by the Canada–U.S. Air Quality Agreement. In the next progress report, due in 2000, it will almost certainly be necessary to use a 1996 deposition map because more up-to-date data are not yet available.

Science Gaps

The Review Team found that current research programs are not adequate to address the major unresolved issues identified in the 1997 assessment, namely, the impacts of acid deposition on forest soils and forest health, nitrogen-based acidification, and the biological recovery of damaged ecosystems. Addressing these issues will require a substantial research commitment. We know that acid deposition increases the potential for soil nutrient deficiencies and other stresses on forest health and productivity, but a three-year effort will be required to assess and quantify the long-term risk to eastern Canadian forests. An equally substantial effort will be needed to estimate the threat posed to ecosystems by the continued deposition of nitrogen. Detailed investigations should be carried out at some of Canada's ecological research and monitoring sites to develop techniques that can later be used on a regional scale. The Review Team also recommends that biological recovery studies be carried out at the "Sudbury lakes," which are currently recovering from acidification and pollution with heavy metals. The ongoing recovery of these lakes has, in effect, provided scientists with a unique, large-scale "ecosystem manipulation experiment" from which they can gather a considerable amount of information that would otherwise be unavailable to them. Similarly, biological recovery studies should be carried out at the Experimental Lakes Area (ELA) in Ontario in order to complete ecosystem manipulation experiments there. Both studies will generate invaluable information for "managing" ecosystem recovery elsewhere.

The Review Team concluded that there are two major reasons why current science and monitoring programs cannot fulfill the requirements of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000. The first is that present science programs are not collecting enough data to support a full assessment of atmospheric and ecosystem responses to changes in emissions: key program elements are lacking or have been dismantled. The second is that not enough trained personnel are available to operate and coordinate the necessary monitoring programs and to analyze and assess the data collected. It will be necessary to address both of these deficiencies if we are to have sufficient capacity to conduct another full assessment in 2004.

In this report, the Review Team has identified key areas where science and monitoring efforts are needed to address the most significant gaps in our ability to verify that emission controls are working. More detailed work on options and costs as well as implementation plans will be done by the Review Team before the end of June 2000.

INTRODUCTION

In 1977, then Minister of the Environment Romeo LeBlanc reflected growing public concern about acid rain when he described it as "an environmental time bomb... the worst environmental problem Canada has ever had to face." Spurred by this concern, the federal government and several provincial governments launched a number of research and monitoring initiatives in the late 1970s and 1980s. Coordinated by the federal-provincial Research and Monitoring Coordinating Committee (RMCC), these initiatives began an ongoing process that has significantly expanded our scientific understanding of acidification and its effects.

Comprehensive assessments of acidification impacts and of the current scientific understanding of acidification processes have played an important part not only in furthering our understanding of acid rain but also in assisting the development of policies to combat it. The RMCC produced three such assessments, in 1983, 1986 and in 1990, and Environment Canada produced a fourth, in 1997, with help from several provinces. These assessments have given policy makers a sound factual basis for planning future controls on acidifying emissions and have also identified knowledge gaps and requirements for further research.

During the late 1980s and early 1990s Canada made remarkable progress in reducing acidifying emissions. However, as the *1997 Canadian Acid Rain Assessment* made clear, the problem of acid rain is still very much with us. Many sensitive ecosystems across Canada will remain vulnerable to acidification when present deposition targets are achieved. Further controls on emissions will therefore be necessary if these ecosystems are to be protected, and that, in turn, means that continuing scientific research and monitoring will be essential to determine the effectiveness of these controls.

The present report reviews the status of federal, provincial, and territorial science and monitoring programs. It was prepared to meet the requirements of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000, adopted at Halifax, Nova Scotia, in October 1998 by the federal, provincial, and territorial Energy and Environment Ministers. These requirements are outlined in Commitment 7 of the Strategy:

> *"With the goal of ensuring the capability to assess both the degree of environmental improvement achieved and the adequacy of the control programs, federal/provincial/territorial governments (each determining its own level of involvement) will review the adequacy of acid rain science and monitoring programs and report, with recommendations, to Energy and Environment Ministers in 1999."*

The review was carried out by a team of six federal and provincial scientists, comprising representatives from Environment Canada and the governments of Alberta, Ontario, Quebec, New Brunswick, and Nova Scotia. Stakeholders were invited to provide input into the review process at a consultation workshop in Montreal in June 1999. In addition,

in-depth discussions among federal and provincial scientific experts were held in several regions of the country. In all, information was gathered from more than 40 experts in acid rain science in Canada, representing the federal and provincial governments, industry and the universities, and a variety of scientific disciplines, including meteorology, limnology, biology, forestry, and soil science.

The review identifies work that needs to be done in the next few years in the acid rain science and monitoring program in order to conduct the next assessment, scheduled tentatively for publication in 2004.

CHAPTER 1: OBJECTIVES OF THE ACID RAIN SCIENCE PROGRAM

Scientific understanding of acid rain has greatly improved during the past 20 years. Scientists now have a more accurate picture of the nature and extent of acidification in Canada as well as a better idea of what is needed to help ecosystems recover.

The objectives of acid rain science and monitoring programs have also evolved during this period. When the federal and provincial governments began to devise their acid rain strategy in the early 1980s, their objectives were primarily to describe and understand acid deposition and its effects in Canada so that adequate measures could be taken to protect Canadian ecosystems. Scientific research had identified the long range atmospheric transport of sulphur dioxide (SO_2) and nitrogen oxides (NO_x) as the main cause of acid rain, and reasonably good empirical data available at the time suggested that a deposition target load of 20 kg of wet sulphate per hectare per year (kg/ha/yr) would provide adequate protection for moderately sensitive aquatic environments. Although the data provided strong justification for the Canadian position in the politically charged negotiations then taking place with the United States, ministers and the scientific community were nevertheless aware of the tentative nature of the target load derived from them. In particular, they realized that the potential for soils and bedrock to neutralize acid rain is highly variable, that very sensitive basins would not be protected, and that re-evaluation was to be expected as more information was obtained.

The *1990 Canadian Long-Range Transport of Air Pollutants and Acid Deposition Assessment Report* analyzed the effectiveness of Canadian and U.S. SO_2 control programs. It predicted major improvements in lake chemistry and biota for Ontario and Quebec but not much improvement in aquatic conditions in the very acid-sensitive areas of New Brunswick, Nova Scotia, and southern Newfoundland. The 1990 assessment also produced the first map of critical load values for wet sulphate deposition. The critical load is an estimate of the amount of deposition that a region can receive without significant damage to its ecosystems. For aquatic ecosystems, it is designed to maintain at least 95% of the lakes in a region at a pH of 6.0 or higher. Critical load values vary widely, from more than 20 kg/ha/yr in the more tolerant watersheds to less than 8 kg/ha/yr in the most sensitive.

As a result of the 1990 assessment, the primary objective of our acid rain science and monitoring programs changed, and the main priority shifted to assessing the effectiveness of emission controls. With this change, emphasis was placed on the monitoring of atmospheric and aquatic responses to changes in emissions and on addressing unresolved science issues, namely the causes of forest decline and identification of the human health effects of acid rain-related pollutants.

The *1997 Canadian Acid Rain Assessment* concluded that, in spite of their successes, our present control programs do not go far enough to protect many sensitive ecosystems, especially in eastern Canada. Even after full implementation of the U.S. acid rain program in 2010, many sensitive ecosystems in Canada will continue to receive acid deposition in

excess of their critical loads. The assessment also points to the need for continuing the monitoring program, and it identifies a number of unresolved science issues that need to be addressed. These include understanding the reasons for the lack of recovery of some ecosystems, assessing the loss of soil fertility and the risk it poses for the health and productivity of Canadian forests, and assessing the ecological role of nitrogen both as a nutrient and as an acidifying agent.

Given the main findings of the 1997 assessment and the commitment in the Canada-Wide Acid Rain Strategy to "keep clean areas clean," the Review Team advises:

Recommendation No. 1

that the primary objective for acid rain science and monitoring in Canada should continue to be the verification of the effectiveness of emission control programs in reducing acid rain damage to lakes and forests.

Since concerns about acid deposition stem from its impact on the environment and public health, the science program must determine satisfactory ways of measuring improvements in environmental conditions and public health resulting from emission controls and must report the results on a regular basis to the Ministers and the public. The Review Team therefore advises:

Recommendation No. 2

that another full assessment of the acid rain problem in Canada be conducted by 2004.

Sufficient information should be available by that time to evaluate ecosystem responses to changes in emissions between 1995 and 2000. This period is critically important because it includes significant reductions in U.S. SO_2 emissions achieved under Phase 1 of the 1990 U.S. Clean Air Act Amendments.

Unfinished Business: The 1997 Findings

Before specifying the components that should be included in the post-2000 program, it is useful to review the main findings of the 1997 assessment. These have important implications for future research and monitoring.

(a) Air and precipitation monitoring

Air and precipitation measurements up to 1995 show that while the existing emission target for sulphur dioxide has been achieved and sulphate deposition has decreased, these reductions have not been matched by a similar reduction in precipitation acidity. This unexpected outcome is a consequence of a decline in air concentrations of acid-neutralizing bases, such as the salts of calcium and magnesium. This means that, while

there is less sulphate in precipitation, it is not being neutralized to the same extent as it did in the 1970s. The reasons for the decline in concentrations of acid-neutralizing bases are not yet clear. Similar declines have also been observed for that period in parts of the United States and Europe.

(b) Lakes and rivers

Surface water quality, as expected, is improving gradually. Sulphate concentrations have declined in the majority of lakes, concurrent with modest reductions in lake acidity. Of 202 lakes that have been monitored in southeastern Canada since the early 1980s, 33% have recorded reduced acidity, 56% have shown no change, and 11% have become more acidic.

The most striking improvements have been seen in the Sudbury area, where damage to lakes had been particularly severe and where there were very substantial reductions in sulphur dioxide emissions from local smelters as well as reductions in the quantity of airborne sulphates arriving from outside the region. The least improvement has occurred in the Atlantic provinces, although acidification in this area had not been as severe as in some parts of Ontario and Quebec. A large area of eastern Canada continues to receive twice as much sulphate as the local lakes and wetlands can tolerate without suffering long-term damage.

(c) Aquatic biota

Outside of the Sudbury area, recovery of lake biota is yet to be observed in any substantive way. There is no evidence to date of recovery in Atlantic salmon or brook trout populations in severely affected Nova Scotia rivers. In fact, a 1997 survey of eight salmon rivers in southern Nova Scotia and New Brunswick indicates that they have continued to acidify.

(d) Forests

There is now documented evidence that nutrients, such as calcium and magnesium, that are essential for tree growth and health are being lost from soils exposed to acid deposition and that forest decline symptoms are related to nutrient deficiencies and imbalances. The 1997 assessment shows a clear correlation between tree mortality and exceedances of critical loads of sulphate and nitrate. There were also increases in forest decline symptoms in areas where critical loads were exceeded. Trees in nutrient-depleted areas initially show reduced growth, with more visible signs of damage, such as defoliation, appearing later.

Striking results were obtained from the liming of sugar maples at Forêt Duchesnay near Quebec City. Both the nutritional status of these trees and their growth rate improved very significantly when the missing calcium was restored to the soil. These results provide strong evidence that declines in forest productivity and health are being caused by

the loss of soil nutrients as a result of acid rain and reductions in the amount of calcium deposited from the atmosphere.

(e) Materials

Pollutants such as sulphur dioxide, nitrogen oxides, and ozone greatly accelerate the corrosion of steel, zinc, aluminum, copper, bronze, stone, paint, electric contact materials, and other substances. Canada participates in an international science program that has produced quantitative estimates of corrosion rates for these materials. These estimates indicate that decreasing trends in the concentration of acidifying air pollutants have resulted in decreasing corrosion rates of exposed materials. Such information could be used to appraise some of the benefits resulting from emission controls.

(f) Human health

A growing body of evidence indicates that fine airborne particles composed of sulphates and other pollutants are a significant health hazard. Epidemiological studies have identified strong links between elevated concentrations of these particles and increased hospital admissions for heart and respiratory problems, as well as higher death rates from these ailments. Furthermore, there is a strong connection between the pollutants that cause acid rain and those that contribute to the formation of inhalable particulates.

(g) The impact of nitrogen

Nitrogen deposition is increasingly worrisome because it contributes to a number of problems in ecosystems, such as eutrophication (excess fertilization), changes in species composition, and acidification. Nitrogen has generally contributed much less to acidification damage than sulphates, mainly because much of it is taken up by plants and other organisms for which it is an essential nutrient. However, when more nitrogen is deposited to the soil than the plants and soil organisms can use, acidification takes place. A number of watersheds in eastern Canada are now demonstrating early signs of becoming nitrogen-saturated. This means that if nitrogen deposition continues at present levels, it will eventually erode the benefits gained from reductions in emissions of sulphur dioxide. Consequences for the longer term include re-acidification of ecosystems and accelerated loss of nutrients from forest soils.

There has been little change in emissions of nitrogen oxides over the past decade and consequently little change in nitrate deposition. A number of measures are anticipated or have already been put in place in various jurisdictions to help contain future growth in NO_x emissions. Although these measures have been designed primarily to improve air quality in regions such as the lower Fraser Valley in British Columbia and the Windsor–Quebec City corridor in Ontario and Quebec, they will have ancillary benefits for the acid rain problem.

Implications for Acid Rain Science and Monitoring

The 1997 assessment makes it clear that acid rain is a stubborn problem, particularly in eastern Canada. The assessment also reveals some important gaps in our understanding of how ecosystems respond to changes in acidification. In particular, it noted some important surprises, when ecosystems responded differently than expected. Researchers were able to detect these unexpected responses because of the long and continuous supply of good data available to them from the networks of air, water, and terrestrial monitoring stations established by the federal and provincial governments in the 1970s and 1980s. These data are also helping them understand why these responses occurred and are giving them further insight into how ecosystems work and how they are likely to respond in the future. This experience confirms, in the opinion of the Review Team, the importance of continuing to monitor atmospheric and ecosystem responses to changes in emissions and deposition.

To be effective, monitoring programs must be designed for the long term – at least 15 to 20 years. That is because biological responses to changes in acidification occur much more slowly than changes in air or water chemistry. Moreover, the causes of biological responses are often difficult to establish because of numerous additional factors, such as climatic variations. In the case of forests, for example, one of the most important effects of acid deposition, the alteration of soil chemistry, is chronic and has taken several decades to manifest measurable effects.

Although a sound air pollution management program should address both human health and ecosystem effects, the Review Team decided not to evaluate the scientific programs related to human health. That is because acidifying emissions also contribute to urban smog, and thus both pollutants give rise to the same health effects. Since other groups, in Canada and elsewhere, are making recommendations to address current science gaps in this area, there is no need for further, independent investigation under the acid rain program.

The Review Team therefore advises:

Recommendation 3

that in order to fulfill the objectives of the Strategy, the post-2000 acid rain science and monitoring program should:

- **monitor air and precipitation chemistry, and changes in response to changing emissions,**
- **monitor lake and river chemistry, to determine the degree of recovery,**
- **evaluate the response of aquatic biota to deposition changes,**

- **assess the extent and degree of the loss of forest soil fertility, and evaluate the further risk posed to Canadian forests, and**
- **assess the role of nitrogen as a nutrient and as an acidifying agent.**

These activities are particularly important in eastern Canada, where acid rain continues to be a problem. The same activities, carried out at a lower intensity, are also required in areas where acid rain is not a problem in order to verify the effectiveness of pollution management measures designed to "keep clean areas clean."

The Review Team noted that the effects of air pollution on materials have not been considered specifically in the formulation of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000. In view of the modest cost of the program and the potential importance of the results to urban air quality issues, the Review Team advises:

Recommendation 4

that the science program on the effects of air pollution on materials be maintained by continuing participation in the United Nations Economic Commission for Europe (UN-ECE) program.

CHAPTER 2: STATUS OF FEDERAL, PROVINCIAL, AND TERRITORIAL ACID RAIN SCIENCE AND MONITORING PRORAMS

Since the emergence of acid rain as a major environmental issue in the 1970s, a number of federal, provincial, and territorial programs have been involved in research and monitoring activities. In the 1980s, these programs were formally coordinated by the RMCC, which had representatives from the ten provinces and various federal departments. This committee was abolished in the early 1990s. Since then, the Meteorological Service of Canada (formerly the Atmospheric Environment Service) has been the main coordinating agency for the federal government.

Federal Programs

The following federal departments are currently inolved in or were recently involved in acid rain science and monitoring.

a) Environment Canada

Environment Canada has the lead role in atmospheric and aquatic research and monitoring. It is responsible for the following activities:

- coordinating the federal acid rain research and monitoring program;
- coordinating joint projects with the provinces and the United States;
- reporting on the response of the environment to changing acid deposition levels;
- monitoring atmospheric deposition of major ions;
- modelling proposed reductions to determine how they affect deposition;
- determining acceptable deposition loading levels;
- verifying the rate and extent of lake and river recovery in response to decreasing atmospheric deposition;
- providing scientific advice to policy makers (e.g., during international acid rain negotiations).

Between 1981 and 1997, Environment Canada also provided interlaboratory quality assurance and control for all participants (federal, provincial, territorial, academic, and private sector) in the Canadian acid rain program.

b) Department of Fisheries and Oceans (DFO)

DFO initiated a program in 1980 to monitor the biological effects of acidification in aquatic systems. It also has been involved in assessing risks under different deposition scenarios, detailing the thresholds of damage within aquatic systems, and evaluating the prospects of system recovery in response to emission reductions. At the present time, however, DFO is not involved in any acid rain–related activities.

c) Canadian Forest Service (CFS)

In 1984, CFS established the Acid Rain National Early Warning System (ARNEWS), a national network of monitored forest plots, to detect early signs of damage to Canadian forests and to monitor changes in forest vegetation and soils, whether caused by natural factors such as insects, diseases, and weather or by human-related factors such as management practices or air pollution. Another survey, the North American Maple Project (NAMP), was established in the late 1980s in collaboration with the United States Forest Service to document changes in the condition of sugar maples in eastern Canada and the northeastern United States and determine possible causes of decline.

The service has also been conducting an intensive study of white birches in the Bay of Fundy region from the mid-1980s to the present to investigate links between the deteriorating condition of the trees and acid deposition by fog.

d) Health Canada

The department's program for investigating the health effects of atmospheric pollutants includes animal toxicology research, human clinical studies, population studies, and specialized monitoring studies. The program has provided valuable information to the scientific and regulatory communities and has helped to identify significant associations between the substances responsible for acid deposition and adverse health effects.

Provincial Programs

Federal programs are complemented by a number of provincial and territorial initiatives. The combined federal, provincial, and territorial efforts are summarized in the following tables.

The following information was available to the Review Team during the preparation of this report:

ONTARIO

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates 7 Canadian Air and Precipitation Monitoring Network (CAPMoN) stations in Ontario, which include: • Precipitation sites at Bonner Lake and Warsaw Caves • Air and precipitation site at Longwoods • Ozone, air, and precipitation sites at ELA., Algoma, Chalk River, and Egbert	OME operates acid precipitation monitoring stations in Ontario – the Acidic Precipitation in Ontario Study (APIOS) Network – to determine the concentrations and the levels of wet and dry deposition of acids, sulphates, nitrates, and trace metals in the province. OME currently operates 17 sites – 14 of which are regionally representative and 3 Sudbury-representatives. Of the 14 regional sites, 13 take air and precipitation measurements on a 28-day basis and 1 on a daily basis. OME will likely cease operating most of its APIOS stations in April 2000.
AQUATIC CHEMISTRY	EC monitors water chemistry and stream export year-round at the Turkey Lakes Watershed site north of Sault Ste Marie, Ontario. Four lakes are sampled bi-weekly (monthly in winter) and 6 streams are sampled weekly (more frequently during spring runoff). NWRI also monitors meteorology, solar radiation, UV-B, and snowpack chemistry. NRCan, DFO, Canadian Wildlife Service (CWS - Ontario Region), Ontario Ministry of Natural Resources, 4 universities, and 4 industrial partners were all active at this site in 1997. Air toxics, climate change, mercury (minor), and UV-B (minor) are also studied at Turkey Lakes.	An OME/Trent University partnership monitors water chemistry of 28 lakes in south-central Ontario (the District of Muskoka, Haliburton County, Parry Sound County) in the ice-free season. Eight lakes (the core set of study lakes) are monitored monthly while 20 additional lakes are sampled 2 to 4 times per ice-free season. Seventeen inflowing streams and 8 outflows of the core lakes are monitored continuously for hydrology and sampled at least bi-weekly, often much more frequently, for chemistry. The chemistry and hydrology measurements are used to generate lake and catchment mass balances. Atmospheric deposition is measured at 4 sites in the study area. A range of meteorological, hydrologic, physical, and chemical parameters is measured routinely. In addition to acid rain–related work, studies of climate effects, nutrient cycling, and mercury are carried out and extensive modelling is conducted. There are many collaborators from close to a dozen universities involved in the studies, and a number of other agencies/institutes from other countries participate. A partnership between OME, OMNR, Laurentian University, Inco Ltd., Falconbridge Ltd., and EC monitors water chemistry in a number of lakes in northeastern Ontario, within about 100 km of Sudbury. Forty-three lakes are sampled once annually and an additional 10 lakes are sampled monthly during the ice-free season. Some of these lakes are located in Killarney Provincial Park, a national Ecological Monitoring and Assessment Network (EMAN) monitoring site. Major

		objectives of this monitoring program are the evaluation of lake recovery from acidification and the investigation of the influences of multiple stresses on aquatic ecosystems. The effect of climate change on the recovery of acidified lakes is of particular current interest. The monitoring program addresses both the effects of regional sulphur emissions from the Sudbury smelters and the effects of long-range acid transport. Various collaborators from Canadian and international institutions and agencies are involved in these studies.
AQUATIC BIOTA	Ontario region monitors and models the chemical and biological effects of acid rain on three clusters of small lakes and wetlands. From the outset, the Ontario wildlife program has taken an integrated, whole-ecosystem approach, collecting and analyzing data on water chemistry, watershed characteristics, and the structure and biodiversity of aquatic food chains. Developing from earlier research activities, the Canadian Wildlife Service Long-Range Transboundary Air Pollution (LRTAP) Biomonitoring Program was established in 1987. With the discontinuation of the DFO Biomonitoring Program, this program is now the only extensive monitoring program undertaken in eastern Canada to assess progress in reducing biological effects following the implementation of Canadian and U.S. emission controls.	The biota of the 8 core lakes identified above are monitored on a regular basis by OME/Trent U./York U. Phytoplankton samples are composited to provide ice-free average biomass and species composition. Zooplankton samples are collected monthly, while benthic invertebrates are sampled in the littoral zone each fall. In addition, the inflows (17) of the core lakes are monitored annually for benthic invertebrates, using a rapid bioassessment procedure. Benthic invertebrates are also monitored annually on a subset of the 20 additional lakes described above, and periodically surveys of larger numbers of lakes are conducted for benthos and zoo-plankton. Collaborators from a large number of universities and institutes participate in these studies. The ten most frequently sampled Sudbury-area lakes are routinely sampled for zoo-plankton and phytoplankton. The 43 annual monitoring lakes are sampled for zoo-plankton at 5-10 year intervals. Periodic surveys of fish communities and benthic invertebrates are conducted on some selected lakes. Some of these lakes are also sites for paleolimnological investigations of diatom and chrysophyte histories used to infer long-term chemistry patterns related to acidification and climate change.
FORESTS		In 1985, the Ontario Ministry of the Environment and Energy initiated a forest health survey of the tolerant hardwood forests in Ontario. The objective is to provide a province-wide database on the visual condition of the predominantly sugar maple forest. By periodically re-evaluating the same trees and comparing the results with earlier data, the intent is to identify trends in changing tree conditions and allow comparisons between geographic areas across the province. The survey is based on plots containing over 14,000 trees across the range of the sugar maple. The visual symptoms of decline are pale green or yellowed foliage, small leaves, and dieback of the fine twig structure followed by the death of main branches.

QUEBEC

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates 3 CAPMoN sites in Quebec, including: • air and precipitation sites at Chapais and Sutton • precipitation site at Mingan Another site, near Lac Edouard, will soon become operational. This site replaces the Montmorency site. EC also operates 2 $PM_{2.5}$ sites (Saint Anicet, L'Assomption) and 2 ozone sites (Saint Anicet, Ste Françoise)	The Quebec Ministry of the Environment uses various sampling networks to monitor air and precipitation quality. The precipitation sampling network (REPQ) is made of 35 sampling sites located in the more densely populated areas of southern Quebec. Weekly samples of wet deposition (rain and snow) are gathered from automated collectors. The following parameters are analyzed and expressed as both concentrations and loadings: pH, acidity (H), alkalinity (HCO_3), SO_4, NO_3, NH_4, Cl, Ca, Mg, Na, K. The Air Quality Monitoring Network is made of 77 sampling stations where measurements of gaseous pollutants and fine particulates are conducted. The number of pollutants measured and the instrumentation vary greatly among sites (some sites monitor only one pollutant, while others sample as many as 12).
AQUATIC CHEMISTRY	EC traditionally monitored surface waters at a network of lakes and at the calibrated basin of Lac Laflamme. The primary purpose of the network is to provide information on long-term (i.e., multi-year) regional acidification trends. In 1994, the number of monitored lakes was decreased from 64 to 43, and the sampling frequency has been reduced. The last assessment of the data was done in 1997. EC monitored water chemistry and stream export at Lac Laflamme, North of Quebec City, until early 1999. Samples were taken every 2 weeks year-round – weekly during spring runoff.	The Quebec Ministry of the Environment has conducted the Quebec Lake Survey (RESSALQ network) during the 1986 to 1990 period. This statistical survey was conducted on 1253 remote sensitive lakes (> 10 hectares) on the Canadian Shield in southern Quebec (south of 51N). Winter samples were gathered in March. A second sampling phase is still planned sometime in the future for the 3 most affected areas (southwestern Quebec). The Ministry is also conducting the Noranda Project, which consists of a 75-lake network surrounding Rouyn-Noranda. The lake sampling is conducted every 5 years. Previous surveys were made in 1982, 1991, and 1996. Other small networks are in use to assess episodic acidification in trout lakes and to address the transfer of adapted acidophylous brook trout stocks from the North Coast into recently acidified Portneuf lakes.
AQUATIC BIOTA		The only ongoing project on biota deals with transfer of adapted acidophylous brook trout stocks from the North Coast into recently acidified Portneuf lakes. Experiments are conducted at 3 lakes and 2 river outlets.
FORESTS		The Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers (RESEF) Network for the monitoring of forest ecosystems was established in 1988 to collect information on climate, nutrient status of ecosystems, precipitation, and air quality. Linkages exist with other networks operated by the Departments of Agriculture and Environment

		and Wildlife of Quebec, and the CAPMoN of Environment Canada. A total of 30 sites exist, covering various ecological regions of Quebec. The network compiles data on the effects of natural and anthropogenic stresses on forest ecosystems, particularly on their biological diversity and growth. Analyses of data have not yet been published. Intensive monitoring is carried out at 3 calibrated watersheds, each being representative of large forested zones of Quebec.

NOVA SCOTIA

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates two CAPMoN sites, including: • a precipitation site in Jackson • an ozone, air, and precipitation site in Kejimkujik	Nova Scotia operates one precipitation monitoring station at Sherbrooke, which is a cooperative site with Environment Canada. Another precipitation site is being set up as part of the Pockwock Watershed Project, a forestry-based ecosystem research study. The province also operates an ambient air network in urban and industrialized areas, although not solely for acidification assessment. These sites measure SO_x, NO_x, ground-level ozone, and fine particulate on a continuous basis. As well, SO_x monitors are operated by industry near major point sources.
AQUATIC CHEMISTRY	EC monitors 3 streams weekly (year-round) and 2 lakes weekly (spring and summer) at the Kejimkujik EMAN site in south-central Nova Scotia. Parks Canada (PC) and the University of New Brunswick (Forestry) are significant partners. Mercury, climate change, and UV-B (and their interaction with acidity) are also studied at Kejimkujik. EC conducts surface water monitoring at middle levels of the monitoring hierarchy in Nova Scotia. All stations are lakes, and many of them are remote, requiring helicopter access. EC also monitors lakes in Cape Breton and another set in south-central Nova Scotia twice yearly. Monitoring of 12 of the Nova Scotia lakes is accomplished in partnership with Parks Canada, which collects the samples. (EC analyzes the samples and resulting data.) Without this partnership, fewer lakes would be included.	Nova Scotia is carrying out a lake study as part of the Pockwock Watershed Project. Water quality parameters necessary to assess changes related to acidification, eutrophication, and siltation are being measured on a monthly basis at 4 lake and 2 pond locations within the watershed.
AQUATIC BIOTA	In 1978, EC initiated monitoring of 3 lake systems in Kejimkujik National Park, Nova Scotia, to characterize the water quality and biological populations typical of the park and surrounding area. The work was able to relate low fish production to the low reproductive success of water birds, especially loons. Since	

	1988, the Canadian Wildlife Service has monitored the reproductive success of common loons and other waterfowl on Kejimkujik's 25 lakes.	
FORESTS		The Pockwock Watershed Project is investigating the impact of acid precipitation on forest productivity, forest soils, and soil nutrient changes within a managed forest landscape.

NEW BRUNSWICK

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates one CAPMoN precipitation site, situated at Harcourt.	There is no ambient air monitoring in New Brunswick specifically for the purpose of acidification assessment. There are several networks measuring sulphur dioxide and nitrogen oxides, but these are either urban or located around major point sources of SO_2. New Brunswick operates a comprehensive acid rain network, in cooperation with NB Power. This consists of 13 precipitation samplers located around the province. All laboratory analysis and data analysis is handled by the NBDOE. Fine particulate monitoring was initiated in 1996 with the installation of two continuous Tapered Element Oscillating Microbalance (TEOM) samplers in the city of Saint John. These units were sited in an eastern suburb which is affected by local emissions. Subsequently, one rural, regionally representative $PM_{2.5}$ site was equipped with a TEOM sampler (St. Andrews) in 1998. This site is especially useful for characterizing transboundary flows. In 1999, an additional $PM_{2.5}$ TEOM began operation in Fredericton, sited to be representative of the city suburbs and middle Saint John River valley. Extra sites in Moncton and Bathurst are expected to come on-line during 1999. Collectively, these sites will provide assessment information which will contribute to the understanding of fine particulate levels across the province. The data will have applicability in health studies as well as studies dealing with smog transport and chemistry.
AQUATIC CHEMISTRY		A set of 95 acid-sensitive headwater lakes in areas remote from direct human impacts was designated in the early 1980s in the southwest and central areas of New Brunswick to be used for the investigation of long-term acidification effects. These lakes, located on poorly buffered bedrock, are sampled every 3-5 years and analyzed for major inorganic ions. Samples were most recently collected in 1998 and 1995.
AQUATIC BIOTA	In 1986 and 1987, the influence of wetland acidity on waterfowl use was studied in 173 wetlands in southwestern New Brunswick. Wetland water chemistry and the diversity and abundance of various aquatic biota (including common loons) were monitored. Since 1995, common loon	Approximately 50 locations per year have been sampled for benthic invertebrates over the past 5 years across New Brunswick as part of the NBDOE's routine surface water monitoring programs. These samples are taken to characterize environmental quality in specific watersheds and in support of establishing and applying biodiversity indices for use in the classification of provincial waters. The number

	monitoring has been renewed on 25 of the lakes in southwestern New Brunswick. While originally driven by acidification concerns alone, this monitoring has been integrated with a larger effort to define the combined effects of acidity and mercury on common loon reproduction, breeding behaviour, and health. It is becoming clear that the effects of acidification and mercury are associated in Maritime lakes.	of sites will rise to about 100 during 1999. This information has potential use in the assessment of acidification effects.
FORESTS		Since the mid-1980s Forestry Canada and UNB researchers have been carrying out detailed investigations of the effects of acid deposition on forests along the Bay of Fundy, where paper and mountain paper birches were observed to be in decline in the late 1970s and early 1980s. The NBDOE has cooperated in this work and collaborated on a number of publications.

NEWFOUNDLAND

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates two CAPMoN sites, including: • a precipitation site in Bay D'Espoir • a precipitation site in Goose Bay, Labrador	Newfoundland operates 5 precipitation monitoring sites (Burgeo, Lochleven, Terra Nova, Cormack, Wooddale) and a cooperative site with Memorial University at Salmonier.
AQUATIC CHEMISTRY	EC conducts surface water monitoring at middle levels of the monitoring hierarchy in Newfoundland. The stations are lakes, and many of them are remote, requiring helicopter access. As of September 1997, the Atlantic Region was monitoring 12 lakes in Newfoundland. All are sampled twice per year. Monitoring of all the Newfoundland lakes is accomplished in partnership with PC, which collects the samples. (EC analyzes the samples and resulting data.) Without this partnership, fewer lakes would be included. Monitoring of 21 Newfoundland lakes was discontinued in 1999.	

ALBERTA

ACTIVITY	FEDERAL	PROVINCIAL
AIR & PRECIPITATION	EC operates a CAPMoN ozone, air, and precipitation site, located at Esther.	Ambient air quality and deposition monitoring data are submitted to a provincial data warehouse, developed under the direction of a multistakeholder committee of the Clean Air Strategic Alliance and currently managed by Alberta Environment (AENV). Data from the CAPMoN site at Esther are also submitted to the data warehouse by EC. AENV operates a network of ambient air quality monitors (mainly in Calgary and Edmonton). The data are archived in the data warehouse and are also reported to the National Atmospheric Chemistry Database (NAtChem). AENV also operates a network of 10 precipitation quality (wet deposition) monitors; the data from this network are also submitted to the data warehouse and provided to NAtChem. The Wood Buffalo Environmental Association (headquartered in Fort McMurray, AB) operates a network of 8 air monitoring sites, including 3 intensive sites at which deposition data are collected. Data are reported annually to stakeholders and AENV. The West Central Airshed Society (headquartered in Drayton Valley, AB) operates a network of sites which include active and passive monitoring for acidifying substances. Data are reported annually to stakeholders and submitted to the data warehouse. Many industries operate monitors for acidifying substances in air as part of their compliance monitoring programs. Data are reported annually to AENV. AENV is testing the Regional Air Pollutant Inventory System to determine if it is suitable for storing and retrieving air emission inventory data, including data about acidifying substances.
AQUATIC CHEMISTRY		AENV maintains a database of alkalinity, pH, calcium, and total dissolved solids for lakes province-wide in order to create provincial maps of surface water sensitivity to acidic deposition. Over 1100 lakes have been measured, most of which are not acid sensitive. In 1998, Alberta-Pacific Forest Industries Inc. (AlPac) and AENV sampled 165 lakes in northeastern Alberta, 139 of which had not been sampled previously. This information is being added to the lake sensitivity database These data, and those collected in future surveys, will be used

		to update provincial maps of aquatic sensitivity. Three tributaries of the Athabasca River (the Muskeg, Steepbank, and Firebag rivers) have been examined for the occurrence of a transient spring pH depression. To date, data have been collected for the spring melt periods of 1989, 1990, 1996, 1998, and 1999. A program designed to monitor the long-term effects of acidifying emissions from regional industries on acid-sensitive lakes in northeastern Alberta will be initiated in 1999 by the multi-stakeholder Regional Aquatics Monitoring Program (RAMP). AENV and AlPac are members of the committee. Thirty lakes, most of which have alkalinities less than 15 mg/L $CaCO_3$, have been selected along a gradient of predicted potential acidifying input radiating from the oil sands development area north of Fort McMurray. The lakes have been divided into two groups on the basis of dissolved organic carbon content to ensure that both organically buffered and mineral-buffered lakes are well represented. It is proposed that these lakes be sampled initially on a yearly basis, and following the period of annual sampling, every three years.
FOREST, VEGETATION AND SOIL		AENV operates a network of seven soil monitoring sites for detection of soil chemistry effects due to acid deposition. Sites were established between 1981 and 1984. During the establishment of the sites, soil samples were obtained and analyzed. Each site has been sampled on a 4- to 6-year cycle. The program is expected to continue, with sampling occurring on a 6- to 10- year cycle beginning in 1999 or 2000. The Wood Buffalo Environmental Association operates a Terrestrial Environmental Effects Monitoring (TEEM) program for the detection of acid deposition effects in jack pine and aspen forests. There are currently 21 sites in the program (10 jack pine, 11 aspen). Each site is visited annually for basic observation (tree condition), and every 5 years for intensive monitoring. The intensive monitoring includes soil and vegetation sampling and analysis, and measurements of tree condition and growth. Sites were established in 1997 and 1998, with the first intensive monitoring of jack pine sites occurring in 1998. Intensive monitoring of aspen sites will occur in the summer of 1999. The TEEM program also includes an evaluation of the effects of air emissions on resources harvested and used in traditional Aboriginal communities (to be initiated in 1999) and an evaluation of heavy metal content in plant and

		animal tissues (to be initiated in 2000). While neither program has been developed to directly address acid deposition issues, both programs will provide supporting data for the forest monitoring program described above.
HEALTH		The Athabasca Oil Sands Community Exposure and Health Effects Assessment Program deployed and retrieved personal passive sampling devices ("badges") every 24 hours for four consecutive months. The devices were carried by 300 participants, and participants were rolled in and out of the program over the course of 16 months. The program also included data collection on PM. Participants wore an active pump continuously for each of the four 24-hour exposure periods of their participation. Each of the participants involved in the measurement of PM also wore the personal passive samplers. The data collected included both PM_{10} and $PM_{2.5}$ data. The analysis included some metals speciation. Using the passive and active samplers, data on individual exposure of 300 participants in the city of Fort McMurray to NO_2, O_3, SO_2, VOCs, PM_{10}, and $PM_{2.5}$ were collected.

MANITOBA:

- A CAPMoN-like precipitation site was operated near Island Lake by Manitoba Environment with contributions by INCO and EC until 1998.

BRITISH COLUMBIA:

- EC operates a CAPMoN ozone, air, and precipitation site in Saturna.

PRINCE EDWARD ISLAND

- PEI operates one precipitation monitoring site at Cardigan, for which EC (regional lab in Moncton) provides lab analyses.

SASKATCHEWAN

- Saskatchewan Environment and Resource Management is developing a program to monitor lakes between 56°N and 58°N for acid deposition.

YUKON, NORTHWEST TERRITORIES, and NUNAVUT

- Northwest Territories' Environmental Protection Service, in partnership with EC, operates a CAPMoN precipitation site situated at Snare Rapids (N.W.T.).

The Components of Canada's Acid Rain Science and Monitoring Program

For the purposes of this report, "monitoring" is taken to mean the ongoing, long-term measurement of acid-related variables, and a "monitoring program" is considered to include all the elements necessary for the collection, quality control, and dissemination of this information.

Scientific research has been integrated with monitoring to answer specific questions. Research activities have included:

- devising methods for estimating dry deposition amounts
- evaluating the process, extent, and reversibility of chemical and biological recovery
- modelling acidification effects
- assessing the role of nitrogen-based pollutants in aquatic acidification
- determining the effects of acid rain on tree physiology
- determining effects on soil chemistry, and
- using models to estimate critical loads.

Canada's acid rain science and monitoring program depends on five key elements:

- The Canadian Air and Precipitation Monitoring Network (CAPMoN)
- Provincial deposition monitoring networks
- The National Atmospheric Chemistry Database (NAtChem)
- Surface water monitoring
- Aquatic biota monitoring.

These components of the program have been and continue to be the backbone of acid rain science and monitoring in Canada. They provide data which, combined with information from other sources, allow scientists to assess whether acid rain control programs are effective in protecting aquatic ecosystems. It is from these data that we know that current emission control programs are insufficient to protect sensitive aquatic ecosystems in eastern Canada and that further reductions of SO_2 and NO_x emissions are required. Similar data, supplemented by information gleaned from models, are also being used to devise air pollution management programs in parts of western Canada, where emissions of acidifying pollutants are significant but where ecosystems are relatively well buffered against acidification. Other science and monitoring components (e.g., the forest health component) provide a basis for more comprehensive assessment reports.

a) The Canadian Air and Precipitation Monitoring Network

The Canadian Air and Precipitation Monitoring Network (CAPMoN) is Environment Canada's national daily network for monitoring regional-scale air and precipitation quality. CAPMoN is intended to provide data for:

- the determination of spatial patterns and temporal trends in atmospheric pollutants related to acid rain and smog,
- the evaluation of long-range transport models,
- aquatic and terrestrial effects research, and
- assurance of compatibility with provincial and U.S. measurements.

Both precipitation and air quality are measured, although the latter is measured at fewer sites. The measurement of air quality makes it possible to assess whether emission changes are producing desired changes in the atmospheric burden of pollutants. Air quality measurements are also used to estimate the magnitude of the dry component as a percentage (believed to be somewhere between 20% and 50%) of the total deposition.

CAPMoN started taking measurements in the late 1970s. CAPMoN sites were chosen in non-urban areas to avoid any local pollution sources and to minimize local influences on precipitation quality and quantity, thus providing regionally representative results. Scientists involved with the measurement of atmospheric pollution in urban centres would consider most CAPMoN sites to be remote and pristine. At all CAPMoN sites, precipitation is collected as a 24-hour integrated sample. The chemical components measured are pH, sulphate, nitrate, chloride, ammonium, sodium, calcium, magnesium, and potassium.

CAPMoN collects 24-hour integrated air filter measurements at a subset of 10 sites, although as many as 16 sites were once engaged in this activity. These sites provide data on particulate sulphate, nitrate, chloride, ammonium, sodium, calcium, magnesium, and potassium, as well as vapour phase nitric acid and SO_2. Hourly averages of tropospheric (ground-level) ozone measurements are made at 6 sites. Conducting measurements of several chemicals at one location has two important benefits: it reduces operating costs, and it allows scientists to study the interaction between different pollutants.

There have been as many as 43 CAPMoN sites, but no more than 26 have operated simultaneously. Presently, there are 18 sites. When CAPMoN was originally established in the mid-1980s, the exceedingly sparse coverage provided by its sites was deemed acceptable, since many provinces also operated deposition networks and their data could be combined (see NAtChem description below). Many CAPMoN sites were in fact situated to fill in holes in provincial networks. The policy of relying on combined federal/provincial deposition monitoring now seems to be flawed, as some provincial networks are being or have been drastically reduced or eliminated.

CAPMoN activities encompass all field, laboratory, and administrative operations associated with the collection of air and precipitation samples, their chemical analysis, and the delivery of data to NAtChem. These include, but are not limited to, the purchase and maintenance of sampling equipment, the operation and maintenance of sampling sites (often in partnership with other governments or organizations), field personnel contracts and training, sample transport, chemical analyses, quality assurance and quality control (QA/QC), data management, and data analysis.

Many partnerships have been formed with outside agencies to facilitate CAPMoN site operations. Such partnership arrangements range from rent-free use of property to the provinces paying all field expenses. Seventy percent of all site operators are under contract to Environment Canada. In addition, two "CAPMoN-like" sites, operated by partners, measure precipitation quality: these are Sherbrooke in Nova Scotia, operated by Nova Scotia Environment, and Snare Rapids in the Northwest Territories, operated by the territorial government. A third such site, Island Lake in Manitoba, was operated until recently by Manitoba Environment and INCO. The site closed in January 1998, however, after Manitoba Environment withdrew its support.

b) The National Atmospheric Chemistry Database

CAPMoN data are stored along with precipitation chemistry data from other federal, provincial, and U.S. networks, in the National Atmospheric Chemistry Database and Analysis Facility (NAtChem). It is the only comprehensive, multinetwork database for precipitation chemistry in North America. It is currently being expanded to include atmospheric particle and toxic chemical data.

The NAtChem facility is maintained by Environment Canada. It archives data from CAPMoN and 13 other provincial and U.S. monitoring networks (146 precipitation monitoring sites operated in Canada in 1999). It also performs quality assurance and quality control functions and provides retrievals, annual reports, and data analyses. The main purpose of NAtChem is to provide regional-scale analysis of precipitation chemistry in order to improve scientific understanding of the long-range transport of air pollutants. NAtChem, for example, provided the spatial distribution maps of wet deposition and associated analyses used in the 1997 assessment. Such maps provide a qualitative indication of the progress being achieved through control programs. NAtChem is able to produce such analyses effectively because it can merge data from all available sources. Except in a few cases, this kind of work could not be done with CAPMoN data alone.

c) Surface water monitoring

Surface water monitoring has been conducted in southeastern Canada by Environment Canada, the Department of Fisheries and Oceans, and the Canadian Forestry Service. Several provincial environment ministries also monitor surface waters, with the Ontario, Quebec, and New Brunswick ministries being the most active. Environment Canada's surface water monitoring activities were established in the early 1980s to augment existing provincial programs.

The federal-provincial network originally conformed to a widely accepted conceptual framework that included monitoring, modelling, and assessment. The framework was formulated in Canada with the purpose of facilitating policy development (e.g., for establishing emission controls). The monitoring structure was concisely described in an

assessment of the Integrated Monitoring Program, which operates under the auspices of the UN-ECE in support of the Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution:

> *A national monitoring program to evaluate the environmental effects of acidic deposition is best organized in an integrated, hierarchical manner. At the apex (of the hierarchy) is a small number of intensively monitored process research or ecological monitoring sites. Beneath the apex is a series of regional networks that employ progressively less frequent sampling at progressively more sites. The base of the monitoring hierarchy is composed of national or provincial "surveys" in which sampling may occur as infrequently as once per decade.*

Environment Canada's monitoring activities contribute to the top and middle portions of the hierarchy. The provinces have usually contributed at the middle and lower levels, although Ontario's historically large program also contributed at the top. Significantly, for this review, the ECE description ended with the following warning:

> *discontinuation of any given monitoring level in the hierarchy may lead to collapse of the framework and an inability to effectively perform environmental assessment.*

Five examples of whole-ecosystem or ecological monitoring sites in eastern Canada that have a major focus on research and evaluation of acid rain effects are Kejimkujik, Nova Scotia; Lac Laflamme, Quebec; Dorset, Ontario; Turkey Lakes, Ontario; and the ELA in Ontario. Until recently, all had associated CAPMoN stations. To cope with budget cuts, however, Environment Canada closed the CAPMoN station at Lac Laflamme in April 1997, as it was the network's most expensive station to operate. (Environment Canada now supports weekly precipitation sampling and chemical analysis at Lac Laflamme but has had to adopt less frequent surface water sampling and reduced data evaluation activities to make this accommodation.)

Because of the significant costs of operating whole-ecosystem studies, monitoring can be conducted at only a small number of such sites and only in partnership with other organizations. Participating organizations typically take advantage of the existing infrastructure at these sites to conduct studies on other environmental issues (although many of these are "air" issues).

Major chemical constituents (ions, organic carbon, dissolved oxygen, etc.), nutrients (nitrogen and phosphorus species), some metals (iron, aluminum, zinc, etc.) and other common water quality variables (colour, conductivity, etc.) have generally been measured. Measurements of meteorological and radiation variables, stream flow, water temperature and transparency, and other physical quantities are also commonly made. For streams, continuous measurements of stage, and hence flow, are combined with the less frequent chemical measurements to produce records of the export of chemical species

(i.e., chemical flux) from the basin. The frequency of chemical analysis for some variables has been reduced to deal with recent reductions in financial resources.

The studies and data at the five sites are used to answer the most difficult "why" questions associated with acidification and recovery or the lack thereof. These data are also the best available for detecting surprises, such as the link between climatic variation and delayed recovery. Additionally, they are used to develop and validate ecosystem models for predicting regional responses at lower levels of the monitoring hierarchy. The models used to evaluate regional critical loads are an example of this type of application.

Surface water monitoring at middle levels of the monitoring hierarchy is carried out in Newfoundland, Nova Scotia, Ontario, and Quebec. Collectively, these stations are commonly termed the "temporal" acid rain network. Their primary purpose is to provide information on long-term (i.e., multiyear) regional acidification trends. That is, the resulting data are used to answer the "what is happening" and "where" questions associated with the acidification issue. Ecosystem models developed with information from the intensive monitoring sites are applied to the temporal network lakes to project what will happen under various scenarios, such as changes in emission controls or climate.

Sampling at temporal stations occurs between two and six times per year. Many of the stations are remote, requiring helicopter access. Essentially the same group of chemical constituents measured at ecosystem monitoring sites is measured at the temporal sites, although analyses of some lower-priority variables have recently been discontinued or reduced in frequency in response to funding cuts.

Extensive provincial surveys were conducted in some regions during the 1980s and very early 1990s, but with minor exceptions they have not been repeated.

d) Aquatic Biota Monitoring

Aquatic biota monitoring has been conducted by the Department of Fisheries and Oceans, the Ontario Ministry of the Environment, and the Canadian Wildlife Service of Environment Canada. The Biomonitoring Program conducted by DFO and Ontario was established in 1980 to document biotic changes that occur in response to SO_2 emission controls. It included six lakes from the Experimental Lakes Area, four lakes from the Turkey Lakes watershed in central Ontario and four lakes from the Parry Sound district of Ontario, twelve lakes from the Muskoka-Haliburton area of Ontario, four lakes in the Parc de la Mauricie, six rivers along the north shore of the St. Lawrence, three lakes in Kejimkujik National Park, and six rivers along the south shore of Nova Scotia. Most of the Biomonitoring Program has now ceased.

Monitoring of water birds and their habitats is still conducted by the Canadian Wildlife Service of Environment Canada. This program was established in the mid-1980s to verify the biological recovery of acidified systems. It emphasizes small lakes and wetlands

important to aquatic birds. Various biological indicators are monitored within four regional clusters: 240 sites in each of the Algoma and Muskoka regions of Ontario, 160 sites in the more acidified Sudbury area of Ontario, and 46 sites in the Kejimkujik area of southern Nova Scotia. The Canadian Wildlife Service also uses the volunteer-based Canadian Lakes Loon Survey to obtain data to assess the reproductive success of the common loon.

CHAPTER 3: ARE EXISTING PROGRAMS ADEQUATE TO MEET THE REQUIREMENTS OF THE ACID RAIN STRATEGY?

In Chapter 1, the Review Team recommended that an acid rain assessment report be completed in 2004. By that time, information should be available to evaluate ecosystem responses to reductions in emissions, including the significant U.S. Phase 1 reductions, that took place between 1995 and 2000. To complete the assessment effectively, the post-2000 acid rain program needs to carry out the tasks specified in Recommendation 3 of Chapter 1, namely:

- **monitor air and precipitation chemistry, and changes in response to changing emissions,**
- **monitor lake and river chemistry, to determine the degree of recovery,**
- **evaluate the response of aquatic biota to deposition changes,**
- **assess the extent and degree of the loss of forest soil fertility, and evaluate the further risk posed to Canadian forests, and**
- **assess the role of nitrogen as a nutrient and as an acidifying agent.**

It is necessary to continue monitoring atmospheric and ecosystem responses to changes in emissions in order to determine *what* changes are occurring and *where*. It is also necessary to have sufficient information to determine *why* changes occur, to establish whether they are due to changes in emissions of acidifying pollutants, to understand why, in some cases, ecosystems respond differently than expected, and to determine whether changes in policy are required.

Air and Precipitation Monitoring

Monitoring of the wet deposition of major ions in precipitation has made it possible to verify reductions in the wet deposition of sulphates that have resulted from cutbacks in sulphur dioxide emissions during the past several years. As the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000 is implemented, a sound monitoring program will continue to be essential. Detecting the effects of a further 50% cut in eastern Canadian emissions should be possible with the current network, but it will take several years to detect the signal with reasonable statistical confidence. This time lag is due to large year-to-year meteorological variability and high levels of pollutants from American sources.

Up to 1995, the monitoring program showed that while sulphate deposition was decreasing, there was also a widespread decline in deposition of acid-neutralizing base cations, particularly calcium and magnesium. Because of this decline in neutralizing capacity, the decrease in sulphate concentrations has not been matched by a decrease in precipitation acidity. This is an important finding, but the current program has not explained why the deposition of base cations has changed, and so it has not determined whether such changes will continue in the future.

During the past decade, the federal CAPMoN network has been downsized from a maximum of 26 simultaneously operating sites to 18. Several provincial sites were also moved or closed during the same period. In most cases, though, the closures were accomplished in such a way as to minimize the impact on the usefulness of the overall database. In 1996, the number of measurement sites in the combined networks was adequate to produce maps of wet deposition for major ions in southern areas of eastern Canada, but the situation has deteriorated since then because of the lack of personnel dedicated to data management activities, particularly in Ontario.

Across northern Ontario, northern Quebec, and Nova Scotia, the combined networks do not have sufficient density to provide the data needed for accurate deposition mapping. Without more stations on the northern periphery of the system, it will not be possible to reliably measure progress towards meeting critical loads in acid-sensitive areas such as central Ontario, western Quebec, and some of the salmon spawning grounds of Atlantic Canada.

A further concern relates to delays in the production of wet deposition maps. Production of these maps is a large task that ultimately involves the collection, interpretation, quality assurance, interpolation, mapping, gridding, exporting, and checking of data from several North American wet deposition networks and over 700 monitoring sites. Because some environment departments lack the staff to complete necessary data management and quality control activities, the time lag between the completion of a set of measurements and the production of a map is three years or more. As of March 2000, for example, 1996 was the latest year for which maps were available. As a result, it was still impossible at that time to report, with confidence, on how deposition in eastern Canada had been affected by the substantial reductions in sulphur dioxide emissions that had occurred in the U.S. in 1995.

In western Canada, monitoring requirements are very different from those in the East. Because the West has considerably fewer acid-sensitive areas than the East, the purpose of the network there has been to produce spot measurements rather than the denser data coverage needed for the production of reliable deposition or concentration maps. An important effort has recently been made under the aegis of multistakeholder organizations including the Clean Air Strategic Alliance, the Wood Buffalo Environmental Association, and the RAMP to establish a number of sites in areas of the province that are sensitive to acid deposition and that are most likely to have deposition loads closer to critical loads. In addition, there is a need for more capacity to monitor the acid-sensitive region of northern Saskatchewan, which is exposed to sulphates from primary processing activities in both Alberta and Manitoba. The CAPMoN station near Esther, Alberta, serves an important purpose in this regard, but an additional site is needed in northern Saskatchewan itself.

The role of nitrogen in acidification is also becoming more important, but our knowledge of total (wet + dry) nitrogen deposition is inadequate for a proper assessment of its effects on Canadian ecosystems. We need better methods to estimate total nitrogen deposition.

Aquatic Monitoring

Aquatic ecosystems are sensitive to changes in acid deposition and are therefore effective indicators for assessing the effects of changes arising from emission controls. As there is no doubt that further emission controls are required to reduce the critical load exceedances that presently exist, it is important to maintain an effective aquatic science and monitoring program to evaluate the effectiveness of these controls. However, large portions of the program have been terminated or are threatened by chronic underfunding.

Acid rain science and monitoring in Canada has benefited considerably from the use of the three-tiered aquatic monitoring hierarchy described in Chapter 2. Regional surveys carried out by a few provinces, mostly in the 1980s, have provided good data on the extent and severity of the acidification of lakes and rivers, while the temporal network has generated valuable information on annual trends in water chemistry. The intensive monitoring sites have provided valuable insights into why ecosystems respond as they do and have been particularly useful in explaining unexpected results.

All three levels of the monitoring hierarchy are important because data from one level can be used to explain or extrapolate results and findings from another level. Combining data from the 200-odd lakes in the temporal survey with data from past regional surveys of several hundred more lakes makes it possible to assess the response on a regional scale to changes in deposition. Understanding provided by intensive monitoring and research sites helps explain responses observed at other sites. But while the overall concept of the monitoring hierarchy is sound, the individual components of the system are not presently adequate to meet the requirements of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000.

a) Large-scale surveys: tracking regional changes

Large-scale regional lake surveys require considerable effort, but they provide the only true documentation of the acidification status of lakes and rivers in areas that are, or may be, affected by acid rain. To remain valid and useful, however, they must be repeated every few years. As data from lake surveys become older and less representative of current conditions, it becomes increasingly difficult to extrapolate conclusions from the temporal network across a larger region.

Major lake surveys were carried out by a few provinces in the 1980s, but most of these have not been repeated since then. Significant exceptions are the surveys of the Sudbury area in Ontario, the Rouyn-Noranda area in Quebec, and acid-sensitive headwater lakes in New Brunswick that have been carried out by the respective provincial environment ministries. In the West, Alberta Environment, in collaboration with stakeholders, carries out lake monitoring and maintains a database describing lake chemistry and sensitivity to acid deposition. Additional lakes are added to the database every few years.

The surveys have shown that sulphate concentration in lake waters decreases as the distance from the local source of sulphur dioxide increases. What is particularly useful

about these results is that they reflect total deposition (and not just wet deposition, as measured by deposition networks) and thus show how total deposition changes as a function of distance from the emission source.

Analyses of the Rouyn-Noranda data, derived from a sampling of 75 lakes in 1986, 1991, and 1996, also clearly show a reduction in lake sulphate concentration between surveys. Reductions closest to the town are primarily the consequence of local emission reductions, while reductions in lakes farther from the town show the increasing influence of emission reductions in other parts of eastern Canada and in the northeastern U.S.

A more ominous indication in the Rouyn-Noranda data, however, is that nitrate concentrations in lakes within 50 kilometres of the town seem to have increased between 1982 and 1996. This apparent increase occurred even though there was no significant increase in emissions of nitrogen oxides and nitrogen deposition. If this change is confirmed, it would indicate that nitrogen retention by watersheds has decreased in recent years, and it could be an early sign that nitrogen saturation is taking place. River quality monitoring at two sites inside this area shows an increasing trend in nitrate concentration in surface waters, beginning around 1990.

Such results indicate the importance of continuing existing programs, as well as repeating older surveys that have not been done since the 1980s.

b) The temporal network: tracking changes over time

Our ability to detect year-to-year changes and multiyear acidification trends in lakes depends on the temporal network. Among the important results that have emerged from the temporal network was the discovery that decreases in lake acidity are not keeping pace with decreases in sulphate concentration. Because of funding shortfalls, however, the network's coverage in eastern Canada is declining and there are insufficient staff to interpret data that have been collected.

In 1995 the eastern network consisted of 202 lakes. In its current state, the network is not extensive enough to provide information that is representative of all affected regions in eastern Canada, including such ecologically sensitive areas as the southern uplands of Nova Scotia (where there are important salmon spawning grounds), southern and central New Brunswick, and the Parry Sound area of Ontario.

In western Canada there is little coverage of sensitive lakes in Manitoba and northern Saskatchewan, although clusters of lakes in acid-sensitive areas of Alberta and some parts of Saskatchewan are being monitored under the aegis of RAMP.

c) Ecological monitoring and research sites: explaining changes

Ecological monitoring and research sites play a crucial role in determining why ecosystems respond as they do to acid rain and other atmospheric stresses.

The function of these sites goes beyond monitoring, however, and includes intensive experimental work (such as the experimental acidification of lakes at ELA in order to study acidification impacts and subsequent recovery). The knowledge gained from this work assists in the interpretation of measurements from the temporal network and lake surveys. These sites are also important components of EMAN, a national network of approximately 80 long-term, multidisciplinary research and monitoring sites used in the study of ecosystem responses to environmental stress.

Each of these sites offers an excellent platform for a variety of ecological research projects, but the network as a whole offers researchers the added benefit of being able to compare how different ecosystems with different pollution and climatic regimes respond to similar stresses. There are also important benefits to be gained from comparing results from ecological monitoring and research sites in Canada with those from equivalent sites in other countries.

Studies at ecological monitoring and research sites have made an enormous contribution to our understanding of how ecosystems respond to acidification, and they have a critical role to play in answering many of the questions that remain. In particular, they can provide valuable information about the role of nitrogen in ecosystems, the loss of nutrients from soils (and the impact of nutrient loss on forest productivity and health), the release of sulphur stored in soils and/or wetlands, and other processes that regulate the acidification and recovery of terrestrial and aquatic ecosystems. These sites can also help us understand the interactions between acid rain and other factors, such as climate variability and change or mercury contamination, that affect ecosystem recovery. This work cannot go ahead, however, until sufficient resources are available to support it.

d) Do we need the hierarchy of aquatic monitoring networks?

The Review Team considered whether it would be wise to abandon the three-tiered hierarchy of aquatic monitoring networks and allocate all the remaining resources to only one of the components of the program. For example, if all remaining resources were applied to enhance the work at the integrated monitoring sites, we could strengthen efforts to assess the role of nitrogen in acidification and to examine linkages between acid rain and other environmental issues such as climate change, mercury contamination, and biodiversity. However, our ability to define the geographical extent and variation of acidification trends across eastern Canada would be lost if resources were directed only toward the integrated monitoring sites.

In contrast, if all the remaining resources were applied to improving temporal monitoring, the network could be made more representative and would be able to provide data on multiyear acidification trends in ecologically sensitive areas that are affected by acid rain. However, without the integrated monitoring sites, there will be no information on the causes of observed changes and whether the changes are related to emission control programs. Operating only the temporal network would eliminate our ability to understand why trends are happening, to assess the role of nitrogen, and to understand interactions between acid rain and other environmental factors.

The Review Team concluded that all three components are required.

Aquatic Biota

The importance of acidic deposition as a continuing threat to aquatic biota in eastern Canada cannot be overstated. Acidic deposition is one of the most serious threats to biodiversity at the ecoregion level. Increased acidity negatively affects many species of phytoplankton, zooplankton, benthic invertebrates, and fish. Most effects on birds occur through changes in the quality and quantity of their foods. Acidification effects may combine with other factors, such as climate change, mercury contamination, and increased UV-B exposure, to produce even broader-scale deleterious effects. Experimental studies show that there is a time lag between improvements in chemical conditions and improvements in biological conditions. Biological recovery of strongly acidified lakes may occur more slowly than in less acidified lakes, and the biological communities in the recovered lakes may differ from those that were originally present.

Most of the aquatic biota science and monitoring that is related to acid deposition has been terminated, although monitoring of water birds and their habitat is still conducted in Ontario and southern Nova Scotia. This level of activity is not enough, however, to permit us to assess the effectiveness of acid rain control programs in protecting aquatic biota.

Determining the components of a biomonitoring program would require two or three scientific workshops to examine existing databases, to review current knowledge and understanding of biological recovery, and to carry out other essential tasks. This represents too large an undertaking for the Review Team in 1999, and we therefore recommend that it be done in 2000. It should be noted that such workshops would be of value for assessing ecosystem responses to a number of stresses and not just those resulting from acid deposition.

Forest Effects

Canada has developed very informative databases on forest health through the ARNEWS network, established in 1984 by the Canadian Forest service), several provincial networks, and the joint Canada-U.S. NAMP. In addition, the scientific research work investigating effects of acid rain on forests has uncovered a number of direct and indirect

effects of air pollution on trees. The clearest connection between regional pollution and adverse effects on forests can be seen in the decline of white birches in the Bay of Fundy area of New Brunswick. The relationship between pollution and hardwood forest health is complicated by a number of factors, however, including substantial differences in the sensitivity of soils to acid deposition.

Critical loads are a useful tool for assessing the link between forest decline and regional air pollution, because they take soil buffering capacity into account. Critical loads of sulphur and nitrogen were calculated for ARNEWS sites and published in the *1997 Canadian Acid Rain Assessment*. They provide a crucial, quantitative yardstick for measuring the effectiveness of pollution control programs aimed at preventing the acidification and eutrophication (overfertilization) of forests. Critical load maps show the forested areas that are particularly sensitive to acid deposition. Exceedance maps show whether sulphur and nitrogen deposition exceeds critical loads and by how much. This knowledge is important because, as soils acidify, the availability of toxic metals like aluminum and manganese increases and the loss of base cations accelerates, thus enhancing the potential for nutrient deficiencies, nutrient imbalances, and adverse effects on trees. Studies of the dieback of sugar maples in eastern Canada have shown that tree mortality is greater in areas where critical loads are exceeded than in areas where they are not.

Adopting a critical load approach represents a definite shift in the way that the effects of acid rain on forests are assessed in Canada. It not only provides a framework for prioritizing forest science and monitoring activities but also a context for re-analyzing and interpreting the excellent data available (most forest monitoring programs in Canada have strong quality assurance and quality control components). In the opinion of the Review Team, some important unanswered questions regarding impacts of acid deposition (and other anthropogenic stresses) on forest ecosystems can be tackled using the critical loads approach and a three-tiered monitoring network. Such questions include: How extensive is the loss of soil nutrients from sensitive forest ecosystems? How much of our forest is at risk of degradation from continued acid deposition? and What are the cumulative impacts of air pollution on forest ecosystems?

It makes sense to adopt a three-tiered framework for both aquatic and forested ecosystems because much of Canada's forest area includes surface waters and wetlands. There is a fundamental link between these waters, acid deposition, and the surrounding forest. Forest soils may accentuate or minimize impacts of acidic deposition on surface waters within the forested landscape.

Producing a more thorough assessment of the forested area at risk requires a more complete use of existing data sets to compile more detailed and accurate maps of critical loads than those that were made for the 1997 assessment. A forest mapping project of this kind was proposed in the acid rain work plan adopted by the Conference of New England Governors and Eastern Canadian Premiers (NEG/ECP) in October 1999. The project would make it possible to produce detailed maps of critical loads for sulphur and nitrogen

deposition on forest soils in eastern Canada within the next three years.These maps would provide additional scientific information for devising nitrogen control programs.

The level of effort required to produce such maps is not trivial, however, and no single jurisdiction can undertake the task on its own. It must be done jointly by several partners. It would also be desirable to involve Ontario in the project, since adding Ontario data to the analysis would not be a major undertaking and would result in a map that covers all parts of eastern Canada that are affected by acid rain.

Human Health Effects

The Review Team decided not to evaluate scientific programs relating to the effects of acidifying emissions on human health. Other groups, in Canada and elsewhere, are working on this issue and have made recommendations to address current science gaps in this area.

Damage to Materials

A number of studies have clearly documented the fact that air pollution accelerates the corrosion of various materials that are used extensively in our cities. In particular, the International Cooperative Program on Effects of Air Pollution on Materials, established under the UN Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, has developed dose-response relationships for the effects of pollutants such as sulphur dioxide, nitrogen oxides, and ozone on stone, paint, and a number of commonly used metals. Canada participates in this work and provides, at very little cost, data that are important to the rest of the program. It would be interesting and profitable, in return, to use the existing dose-response relationships in order to produce corrosion maps for Canada. These maps would show approximate corrosion rates for a number of urban and rural centres in Canada and could be used to estimate the reductions in corrosion that would result from pollutant emission controls.

Overall Conclusion

The Review Team concludes that current science and monitoring programs are not adequate to fulfill the requirements of the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000. There are two major problems. The first is that existing science programs are not collecting enough data to support a full assessment of atmospheric and ecosystem responses to changes in emissions: key program elements are lacking or have been dismantled. The second is that not enough trained personnel are available to operate and coordinate the necessary monitoring programs and to analyze and assess the data collected. It will be necessary to address these deficiencies if we are to have sufficient capacity to conduct an adequate assessment in 2004.

CHAPTER 4: RECOMMENDATIONS

The Review Team recommends that a number of actions be initiated in order to ensure that the science and monitoring program has adequate capacity to gather and analyze the information needed to produce a comprehensive assessment in 2004. These recommendations are presented in detail in the rest of the chapter.

The Review Team also recommends that an additional assessment be conducted after 2004 to evaluate the impact of the next wave of emission reductions under the Canada-Wide Acid Rain Strategy for Post-2000 and of further reductions in the United States. The 2004 report, however, will provide a clearer picture of the impacts of current emission reductions on the recovery of sensitive lakes in parts of eastern Canada. By providing better information on critical loads and improved knowledge of other aspects of the issue, particularly the role of nitrogen, it will also make an important contribution to the development of effective pollution control strategies.

The Review Team has already identified key areas where science and monitoring efforts are needed to address the most significant gaps. More detailed work is required to examine options and costs and to develop implementation plans. The Review Team intends to complete this task before the end of June 2000.

General Recommendations

- Maintain the air and lake monitoring components of the existing program and do not subject them to further cuts.
- Put in place a small team of scientists with the expertise required to assess the role of nitrogen on surface water acidification and forest productivity in Canada. Assessing the role of nitrogen is a substantial piece of work that will require contributions by several scientists for a period of a few years. The Review Team believes that findings reported in 2004 are likely to be preliminary and that further work will be needed beyond that date.
- Maintain the ecological research and monitoring sites that will host many of the more specific science research activities (nitrogen, base cation depletion, geochemical pathways, etc.). These sites are especially necessary for research on nitrogen cycling.
- Investigate important processes that regulate the acidification and recovery of terrestrial ecosystems, including the release of sulphur stored in soils and/or wetlands and the loss of base cations from ecosystems. Ecological monitoring sites will provide a major contribution to this research.
- Investigate the relationships and synergies between global change factors, such as acid rain, mercury, climate warming, etc. Assess the co-benefits of SO_2, mercury, and greenhouse gas controls on acidification and contamination recovery.
- Re-establish a science and monitoring coordinating committee, similar to the RMCC, to improve overall coordination between jurisdictions and collaboration amongst scientists.

- Upgrade the Integrated Assessment Model (IAM) in order to include nitrogen species and update other information in the model.
- Reinstate the LRTAP round-robin interlaboratory comparison quality assurance program.
- Maintain a strong partnership with the NEG/ECP stakeholders to share information and resources.

Specific Science and Monitoring Activities Needed to Address Knowledge Gaps

1. Deposition

Science needs:

i) Implement suitable methods of estimating nitrogen deposition.
ii) Investigate whether combined use of Lagrangian models and data will provide a useful tool for improving deposition analyses.
iii) Investigate whether passive sensors provide useful information on deposition in western Canada where, in contrast to eastern Canada, dry deposition is a more important factor.
iv) Review the CAPMoN-AIR dry deposition network to ensure adequate regional coverage.

Monitoring needs:

i) Review the process of environmental reporting (i.e., the means by which observed data and analyses are reported) in order to accelerate the process and improve information outreach.
ii) Add three monitoring sites to better assess deposition and trends at the northern edge of the geographical regions most affected by acid rain (i.e., northern Ontario, northern Quebec, and Nova Scotia).
iii) Establish a station in northern Saskatchewan to identify deposition trends in that sensitive area of western Canada, and determine whether that site compensates for the closure of the Island Lake station in Manitoba.
iv) Develop an inventory for emissions of base cations.
v) Install fog water collectors in coastal areas or at high elevation sites.

2. Surface waters

Science needs:

i) Assess the impact of nitrogen and nitrogen saturation on surface water acidification and eutrophication.
ii) Research the causes and effects of base cation depletion in surface

waters and its relevance to lake and river recovery from acidification.

iii) Develop acidification models, or modify existing ones, that can provide critical load estimates for both sulphate and nitrogen (nitrates).

iv) Assess the geochemical pathways of sulphur- and nitrogen-induced acidification at the watershed level through calibrated watershed studies.

v) Evaluate costs and options to determine whether aquatic biota are responding to emission decreases and lake chemical recovery in areas where surface water chemistry has changed.

vi) Evaluate the relationship between acid pulses and fish kills in salmon rivers of Atlantic Canada.

vii) Initiate research and monitoring of " brown-water " systems in order to estimate their role in surface water acidification and their critical loads. Such ecologically rich ecosystems are of great importance for Saskatchewan and several areas of eastern Canada.

Monitoring needs:

i) The most urgent task is to ensure that lake and river monitoring (i.e., sampling of sites included in the " temporal " networks) be carried out in 2000. This sampling, traditionally carried out by Environment Canada, has been seriously threatened by underfunding in the past few years. Emergency funding was provided to carry out a sampling campaign during the 1999 season. The Review Team is particularly concerned that multiyear time series of surface water chemistry measurements may be broken unless adequate resources are available for the next sampling season, in the spring of 2000. **The Review Team considers it of critical importance that this component of the aquatic program be continued without interruption.**

ii) Additional temporal sites need to be added in ecologically sensitive areas currently covered by the temporal network (e.g., surface waters in southern and central New Brunswick, western Quebec, the Parry Sound area of Ontario, sensitive lakes in northern Saskatchewan, and salmon spawning rivers in the southern uplands of Nova Scotia).

iii) The ecologically sensitive portions of spatial lake and river surveys conducted in the 1980s should be repeated in order to quantify the benefits of emission reduction programs in North America.

3. Forests and soils

Science needs:

i) Support and participate in the forest mapping initiative promoted by the eastern provinces and New England states. This project involves a two-way approach (site-specific and ecological areas interpolation) to the development and adaptation of the Steady Mass Balance (SMB) model for calculating critical loads of nitrogen and sulphur in forest ecosystems. The main goal is the production of critical load maps and exceedance maps for forested areas of northeastern Canada.

ii) Assess the role of acidic deposition (both nitrogen and sulphur deposition) and the resulting base cation depletion on forest fertility and productivity. Evaluate the environmental and economic risks to Canadian forests and forest exploitation.

4. Materials

Science needs:

i) Continue Canada's involvement in the *International Cooperative Program on Effects of Air Pollution on Materials, Including Historic and Cultural Monuments* carried out under the aegis of the UN-ECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution.

ii) Apply some of the results of the program to Canadian needs (e.g., produce a map of corrosion rates for parts of Canada).

5. Human Health

As research and monitoring activities in this area are being carried out under other programs, there is no need for similar studies to be carried out as part of the acid rain science program. The Review Team stresses, however, that mechanisms must be in place in order to improve cooperation and foster collaborative studies and assessments.

APPENDIX

List of Consultation Meetings and Attendees

Acid Deposition Science and Monitoring
Sackville, New Brunswick, Consultation Meeting, September 8, 1999

Attending:
Rob Hughes, NB Environment
Roger Cox, Forestry Canada
Michael Hingston, NS Environment
John MacMillan, NS Fisheries
Deborah McLellan, NS Power
Todd Fraser, PEI Environment
Guy Fenech, Environment Canada
Neil Burgess, Environment Canada
Leo Burns, NB Power
Vince Zelazny, NB Natural Resources (Forestry)
Gilles Lacroix, DFO
Des Cousens, NS Power
Darrell Taylor, NS Environment
Tom Clair, Environment Canada
Billie Beattie, Environment Canada
Paul Quinn, Environment Canada

Acid Deposition Science and Monitoring
Quebec Consultation Meeting, September 9, 1999

Attending:
Jacques Dupont, Environnement Québec
Guy Fortin, Centre St. Laurent
Guy Fenech, Environment Canada
Ghislain Jacques, Environnement Québec
Rock Ouimet, Quebec Forestry Service
Paul Quinn, Environment Canada
Raynald Brulotte, Environnement Québec
Alain Kemp, Centre St. Laurent

Acid Deposition Science and Monitoring
Alberta Stakeholder Consultation Meeting, September 14, 1999

Attending:
Guy Fenech, Environment Canada
Ken Foster, Alberta Environment
Peter Hunt, Energy and Utilities Board
Ron Pauls, Syncrude Canada
Lawrence Cheng, Alberta Environment
Paul Quinn, Environment Canada
David McCoy, Husky Oil
Sheila Chernys, Suncor Energy
Karen McDonald, Environment Canada
Chow-Seng Liu, Alberta Environment
Neil Dibble, Mobil Oil
Wendy Davis, Canadian Forest Service
Allan Legge, Biosphere Solutions
Monique Richard, Alberta Environment
Lisa Holmes, Alberta Environment
Dave Ballagh, Saskatchewan Environment and Resource Management (by telephone)

Acid Deposition Science and Monitoring
Ontario Consultation Conference Call, September 16, 1999

Attending:
John Kelso, (DFO-GLLFAS)
Dean Jeffries (EC-NWRI)
Peter Dillon (MOE-Dorset)
Joe Muraca, Environment Canada
Don McNicol, CWS, Ontario Region
John Gunn (MNR/Laurentian)
Mike Turner and Ray Hesslein (DFO-ELA)
Guy Fenech, Environment Canada
Neville Reid, Ontario Ministry of the Environment
Fred Conway, Environment Canada

Acid Deposition Science and Monitoring
Ontario Consultation Meeting, September 20, 1999

Attending:
Marius Marsh
Bill McIlveen
Bill Gizn
Dave MacLaughlin, Ontario Ministry of the Environment
Murray Dixon

Examen 1999 des programmes canadiens de recherche sur les précipitations acides

Rapport préparé aux termes de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*

Avril 2000

Données de catalogage avant publication (Canada)

Examen 1999 des programmes canadiens de recherche sur les précipitations acides : rapport préparé aux termes de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000

Texte en français et en anglais disposé tête-bêche
Publ. aussi en anglais sous le titre : The 1999 review of acid rain science programs in Canada.

ISBN 0-662-65414-5

No de cat. En40-11/41-1999

1. Pluies acides – Canada.
2. Environnement – Surveillance – Canada.
3. Pollution – Canada – Mesure.
I. Canada. Environnement Canada.

TD195.54C2N54 2001 363.738'67'0971 C00-980515-XF

© Ministère des Travaux publics et des Services gouvernementaux Canada, 2001

Examen 1999 des programmes canadiens de recherche sur les précipitations acides

Rapport préparé aux termes de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*

Avril 2000

Le Groupe de travail sur les précipitations acides

Le Groupe de travail sur les précipitations acides a été créé par le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques* pour veiller à ce que progresse la mise en œuvre de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*. Le Groupe de travail facilite le partage de l'information entre les administrations fédérale, provinciales et territoriales, et orchestre les efforts qui aboutiront à l'établissement de nouveaux objectifs et échéanciers de réduction des rejets de SO_2.

Les auteurs

Les auteurs du présent rapport font partie de l'équipe scientifique spéciale constituée par le Groupe de travail sur les précipitations acides pour examiner les activités de recherche et de surveillance relatives aux pluies acides entreprises au Canada aux termes de la Stratégie pancanadienne. Ils sont collectivement désignés par l'expression « *Équipe d'examen* » dans le document. Faisaient partie de l'Équipe d'examen :

Guy Fenech, président
Conseiller scientifique principal
Environnement Canada

Jacques Dupont
Direction des écosystèmes aquatiques
Ministère de l'Environnement du Québec

Michael Hingston
Gestion des ressources et protection de l'environnement
Nova Scotia Environment

Robert Hugues
Spécialiste en qualité de l'air
Ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick

Kenneth R. Foster
Phytotoxicologue - qualité de l'air
Alberta Environment

P. K. Misa
Gestionnaire, Modélisation environnementale et inventaires d'émissions
Direction de la surveillance et rapports
Ministère de l'Environnement de l'Ontario

*Le Comité de coordination national sur les problèmes atmosphériques est un comité du Conseil canadien des ministres de l'Environnement, œuvrant en étroite collaboration avec le Conseil des ministres de l'Énergie.

Remerciements

Le présent rapport n'aurait pu voir le jour sans la contribution de nombreuses personnes qui se vouent aux recherches sur les pluies acides et suivent la situation depuis plusieurs années, voire plusieurs décennies dans certains cas. Ces personnes, dont un bon nombre sont des scientifiques, connaissent, pour les avoir constatés, les ravages écologiques que continuent de faire les précipitations acides, en particulier dans l'est du pays.

Nous tenons à remercier spécialement Giuseppe Muraca, qui a rassemblé une grande partie de l'information nécessaire à la confection du rapport et en a rédigé des sections importantes, et Tom Brydges pour son aide et ses précieux conseils. Ses connaissances approfondies en la matière ont joué un rôle capital dans la réalisation du produit final. Notre gratitude va également à David Francis qui a révisé le document.

Nous tenons aussi à souligner que plusieurs sections de ce rapport s'inspirent d'un document antérieur d'Environnement Canada, examinant les programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides de ce ministère, dont les auteurs principaux étaient Dean Jeffries (Institut national de recherche sur les eaux) et Robert Vet (Service météorologique du Canada). Nous les remercions pour avoir indirectement abattu une grosse partie de notre travail.

TABLE DES MATIÈRES

Liste d'acronymes choisis vi

Résumé 1

Introduction 5

Chapitre 1 Objectifs du Programme de recherche sur les pluies acides. 7

Chapitre 2 État des programmes fédéraux, provinciaux et territoriaux de recherche et de surveillance sur les pluies acides 13

Chapitre 3 Les programmes existants répondent-ils aux exigences de la stratégie nationale? 35

Chapitre 4 Recommandations 44

Annexe 48

LISTE D'ACRONYMES CHOISIS

APIOS	Acid Precipitation in Ontario Study
CCRS	Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance
CEE-ONU	Commission économique des Nations Unies pour l'Europe
DNARPA	Dispositif national d'alerte rapide pour les précipitations acides
LRTAP	Long-Range Transboundary Air Pollution
NAtChem	Base de données nationales sur la chimie atmosphérique
PEAN	Projet des érables de l'Amérique du Nord
GNA/PMEC	Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'est du Canada
RAMP	Regional Aquatics Monitoring Program (Programme régional de surveillance de l'environnement aquatique)
RCSAP	Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations
REPQ	Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec
RÉSÉ	Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques
RÉSÉF	Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers
TADPA	Transport à distance des polluants atmosphériques
TEEM	Terrrestrial Environmental Effects Monitoring

RÉSUMÉ

Lors de l'adoption de *la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, les gouvernements fédéral, provinciaux et territoriaux s'engageaient à procéder à l'examen des programmes de recherche et de surveillance touchant les pluies acides afin de s'assurer d'avoir les « moyens nécessaires pour évaluer les progrès sur le plan environnemental ainsi que l'efficacité des programmes de contrôle ». Le présent rapport, qui passe en revue les programmes de recherche et de surveillance fédéraux, provinciaux et territoriaux, a été rédigé afin de respecter cet engagement. L'examen sur lequel il repose a été effectué en 1999, et un résumé de ses conclusions a été présenté en novembre 1999 aux ministres de l'Environnement, dans le cadre du *Rapport d'étape annuel 1999 concernant la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000.*

L'examen en question a été mené par une équipe de six scientifiques fédéraux et provinciaux, composée de représentants d'Environnement Canada, ainsi que des gouvernements de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Les intervenants ont été conviés à participer à l'exercice à l'occasion d'un atelier consultatif, tenu à Montréal en juin 1999. En outre, une quarantaine d'experts canadiens sur les pluies acides, qui représentaient les administrations fédérale et provinciales, le secteur privé et les universités, et divers domaines scientifiques, dans plusieurs parties du pays, ont été consultés.

Les pluies acides demeurent une menace importante pour l'environnement. L'évaluation la plus récente, publiée dans le document *Les pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997*, concluait qu'en dépit de leur succès dans la réduction d'émissions acidifiantes de dioxyde de soufre, les programmes de lutte existants laissent bon nombre d'écosystèmes fragiles sans protection, surtout dans l'est du pays. *La Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000* vise à diminuer le stress sur ces écosystèmes en demandant l'adoption de nouvelles mesures antipollution. Elle requiert aussi des mesures préventives, qui visent à ne pas polluer les régions qui ne le sont pas.

À la lumière des principales constatations de l'évaluation de 1997, et des objectifs fixés et des engagements pris lors de l'adoption de la *Stratégie,* l'Équipe d'examen recommande que l'objectif principal des activités de recherche et de surveillance au Canada reste ce qu'il est actuellement, c.-à-d. de vérifier l'efficacité des programmes de lutte contre les émissions afin de protéger la santé des lacs et des forêts. De plus, l'Équipe d'examen recommande que les gouvernements refassent une évaluation complète du problème des pluies acides au Canada en 2004. Pour l'évaluation de 1997, on ne disposait que de données allant jusqu'à 1994. En 2004, les informations obtenues dans le cadre du programme de recherche et de surveillance permettront d'évaluer la réaction des écosystèmes aux changements des émissions survenus entre 1995 et 2000. Cette période est particulièrement importante puisqu'elle correspond à la fin de la Phase 1 des amendements apportés à la *Clean Air Act* des États-Unis, et à une réduction sensible des émissions de SO_2 de ce pays. Le rapport de 2004 donnerait donc une meilleure idée des

impacts des réductions d'émissions sur le rétablissement des lacs sensibles de certaines régions de l'est du Canada, des informations plus complètes sur les charges critiques, et une amélioration de nos connaissances, en particulier sur le rôle de l'azote, ce qui est un élément important de l'élaboration de stratégies efficaces de lutte contre la pollution.

Les besoins en programmes scientifiques

L'Équipe d'examen a tenté de déterminer si les programmes scientifiques tels qu'ils sont maintenant, c'est-à-dire suite aux coupures de budgets de la fin des années 1990, fournissent les informations nécessaires à la préparation d'un rapport futur, qui évaluerait l'amélioration de la santé humaine ou environnementale réalisée grâce aux réductions d'émissions et notre succès à prévenir l'apparition de problèmes là où il n'y en a pas maintenant.

L'Équipe d'examen a conclu que, afin de mesurer le niveau d'amélioration des conditions environnementales ou de santé publique qui ont été obtenues par l'entremise des réductions d'émissions, les programmes scientifiques sur les pluies acides après l'an 2000 doivent continuer à :

- surveiller la chimie de l'air et des précipitations afin de déterminer comment elle change suite aux changements d'émissions acidifiantes,
- surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau afin de déterminer son degré de récupération.

En outre, le programme de recherche devrait s'attaquer à un certain nombre de problèmes scientifiques restés sans solution et identifiés dans l'évaluation de 1997, soit : comprendre pourquoi certains écosystèmes ne se sont pas rétablis malgré la diminution des dépôts acides, évaluer la perte de fertilité du sol et le risque que cela pose pour la santé et la productivité des forêts du Canada, et évaluer le rôle du dépôt d'azote comme agent acidifiant des écosystèmes. L'Équipe d'examen recommande donc que les programmes scientifiques sur les précipitations acides après l'an 2000 doivent:

- évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts acides,
- évaluer l'importance et l'étendue de la baisse de fertilité des sols forestiers, et les risques que cela pose pour la forêt canadienne,
- préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant des écosystèmes.

Ces activités scientifiques revêtent une importance particulière dans l'est du Canada, où les pluies acides restent problématiques. Des activités analogues, bien que plus modestes, sont également nécessaires là où les précipitations acides sont moins préoccupantes, pour établir l'efficacité des mesures antipollution destinées à protéger les endroits non pollués.

Les besoins en programmes de surveillance

L'Équipe d'examen a relevé de sérieuses lacunes dans les programmes de surveillance actuels. Il y a des lacunes dans les réseaux de mesure des dépôts, lesquels n'assurent pas une couverture totale de l'est du Canada bien qu'une vaste portion de ce territoire reçoive deux fois plus de sulfates que les lacs et les terres humides de l'endroit ne peuvent en accepter sans subir des dommages à long terme. Les eaux de surface de la Nouvelle-Écosse, du sud et du centre du Nouveau-Brunswick, du sud-ouest du Québec et de la région de Parry Sound, en Ontario, ne font pas l'objet d'une surveillance adéquate. De même, des lacs fragiles du nord de la Saskatchewan, situés en aval des émissions acidifiantes du nord de l'Alberta, ne sont pas non plus surveillés convenablement. Tant qu'on n'aura pas remédier à ces lacunes, on ne pourra pas évaluer la récupération d'écosystèmes importants et sensibles, comme les frayères à saumon du sud de la Nouvelle-Écosse.

L'Équipe d'examen s'est également dite inquiète de l'avenir des programmes de surveillance de la chimie de l'air et des précipitations, qui fournissent des cartes du dépôt de polluants acidifiants. Les experts prédisent que des réductions supplémentaires du nombre de sites de mesure pourraient sérieusement compromettre, voire réduire à néant, la capacité du Canada de produire des cartes précises du dépôt. Ces cartes montrent non seulement les régions aux prises avec des problèmes de pluies acides, mais elles donnent aussi une indication des tendances pluriannuelles. Bien que les réseaux de mesure n'étaient pas assez denses pour fournir des données autorisant une cartographie précise du dépôt dans le nord de l'Ontario, dans le nord du Québec et en Nouvelle-Écosse en 1996 - dernière année où l'on a produit de telles cartes - certaines instances envisagent tout de même de réduire encore leurs réseaux. L'Équipe d'examen a aussi exprimé son inquiétude devant les retards marqués et croissants dans la production de ces cartes. Celles-ci sont publiées dans un grand nombre de documents dont les rapports d'étape biennaux exigés aux termes de l'Accord Canada-États-Unis sur la qualité de l'air. Le prochain de ces rapports, qui doit paraître en 2000, fournira probablement une carte du dépôt en 1996, puisqu'on ne dispose pas encore de données plus à jour.

Les besoins en recherche scientifique

L'Équipe d'examen a constaté que les programmes de recherche scientifique concernant les pluies acides ne suffisent pas à l'heure actuelle pour étudier les importantes questions soulevées dans l'évaluation de 1997 : les impacts du dépôt acide sur la fertilité des sols forestiers et la santé à long terme des forêts du Canada, l'acidification par les dépôts azotés et le rétablissement biologique des écosystèmes endommagés. Étudier ces questions demandera un effort important. On sait, par exemple, que le dépôt acide accroît le risque de carences en éléments nutritifs et d'effets néfastes sur la santé et la productivité des forêts; il faudra toutefois un effort de trois ans pour évaluer et quantifier ce risque à long terme pour la forêt canadienne. Il faudra fournir un effort tout aussi important pour estimer la menace qui pèse sur les écosystèmes dû au dépôt continu d'azote. Des études détaillées devraient être menées à certains centres de recherche et de surveillance écologiques du Canada, pour développer des techniques d'évaluation qui

pourront être utilisées par la suite à l'échelle régionale. L'Équipe d'examen a également recommandé que des études de rétablissement biologique soient menées sur les lacs avoisinants de Sudbury, qui sont en cours de rétablissement après avoir été acidifiés et pollués par des métaux lourds. Le rétablissement actuel de ces lacs constituent une « expérience de manipulation des écosystèmes » à grande échelle, unique, dont les scientifiques peuvent tirer une mine d'enseignements. De même, des études de rétablissement biologique devraient être effectuées dans la région des lacs expérimentaux (Ont.), pour y terminer les expériences de manipulation des écosystèmes. Ces deux études produiront des informations précieuses pour la gestion du rétablissement des écosystèmes ailleurs.

L'Équipe d'examen a conclu que les programmes de recherche et de surveillance actuels ne sont pas suffisants pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000. Les carences sont de deux ordres. D'abord, les programmes en place ne recueillent pas assez de données pour autoriser une évaluation complète de la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes à la réduction des émissions : certains volets essentiels manquent ou ont été abandonnés. Deuxièmement, il n'y a pas assez de personnel compétent pour administrer et coordonner les programmes de surveillance requis, ni pour analyser et évaluer les données recueillies. Ces deux carences devront être comblées si l'on souhaite véritablement être en mesure de procéder à une évaluation adéquate en 2004.

Dans ce rapport, l'Équipe d'examen a identifié de façon générale les lacunes les plus flagrantes qui doivent être comblées pour mettre sur pied un programme scientifique qui permettra d'évaluer l'efficacité des mesures de contrôle antipollution. Il conviendra maintenant de proposer des solutions précises pour combler ces lacunes, d'en estimer les coûts et de dresser des plans de mise en oeuvre. L'Équipe d'examen a l'intention de terminer ce travail avant la fin de juin 2000.

INTRODUCTION

En 1977, M. Roméo LeBlanc, alors ministre de l'Environnement, exprimait les craintes grandissantes de la population au sujet des pluies acides, baptisant ces dernières de véritable bombe à retardement environnementale, de la plus grave menace pour l'environnement à laquelle le Canada ait jamais dû faire face. Aiguillonnés par ces préoccupations, le gouvernement fédéral et diverses provinces ont lancé plusieurs programmes de recherche et de surveillance vers la fin des années 70 et 80. Ces programmes, orchestrés par le Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance (CCRS), amorçaient un processus permanent qui a considérablement enrichi notre bagage de connaissances scientifiques sur l'acidification et ses conséquences.

Une évaluation exhaustive des incidences de l'acidification et des connaissances scientifiques actuelles sur les causes du phénomène nous a aidés non seulement à mieux comprendre la nature des pluies acides, mais aussi à élaborer des politiques pour les combattre. Le CCRS a produit trois évaluations de ce genre, en 1983, 1986 et en 1990. Environnement Canada en a effectué une quatrième en 1997, avec le concours de plusieurs provinces. Ces évaluations ont donné aux décideurs une base factuelle solide qui leur a permis d'échafauder les futures mesures de lutte contre les émissions acidifiantes et aussi de définir les lacunes dans nos connaisances ainsi que nos besoins en recherche.

Vers la fin des années 80 et au début des années 90, le Canada a réalisé des progrès remarquables dans la réduction des émissions acidifiantes. Néanmoins, comme devait le confirmer le document *Pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997*, le problème n'est pas réglé pour autant. Beaucoup d'écosystèmes fragiles au Canada resteront vulnérables à l'acidification même une fois qu'on aura atteint les objectifs actuels relatifs aux dépôts acides. De nouvelles mesures antipollution devront être adoptées si on veut protéger ces écosystèmes, de sorte qu'il faut poursuivre les travaux de recherche et de surveillance afin d'en vérifier l'efficacité.

Le présent rapport fait le point sur les programmes de recherche et de surveillance fédéraux, provinciaux et territoriaux. Il a été rédigé afin de satisfaire aux exigences de la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, adoptée à Halifax en octobre 1998 par les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de l'Énergie et de l'Environnement. Ces exigences sont définies à l'objectif 7 de la Stratégie :

> *« Afin de se doter des moyens nécessaires pour évaluer les progrès sur le plan environnemental ainsi que l'efficacité des programmes de contrôle, les gouvernements fédéral-provinciaux-territoriaux (chacun déterminant son propre niveau de participation) procéderont à l'examen des connaissances scientifiques et des programmes de surveillance touchant les précipitations acides. En 1999, ils soumettront un rapport, comprenant des recommandations, aux ministres de l'Énergie et de l'Environnement. »*

L'examen en question a été entrepris par une équipe de six scientifiques fédéraux et provinciaux, composée de représentants d'Environnement Canada ainsi que des gouvernements de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse. Les intervenants ont été conviés à participer à l'exercice à l'occasion d'un atelier consultatif, tenu à Montréal en juin 1999. Des spécialistes fédéraux et provinciaux se sont aussi longuement entretenus dans plusieurs parties du pays. L'information recueillie provient globalement d'une quarantaine d'experts canadiens sur les pluies acides, qui représentaient les administrations fédérale et provinciales, le secteur privé et les universités, et un vaste éventail de domaines dont la météorologie, la limnologie, la biologie, la foresterie et la pédologie.

L'examen a servi à identifier les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides à entreprendre au cours des prochaines années, en prévision de l'évaluation suivante, dont le rapport devrait paraître en 2004.

CHAPITRE 1 : OBJECTIFS DU PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES PLUIES ACIDES

Le phénomène des pluies acides est beaucoup mieux compris aujourd'hui qu'il y a 20 ans. Les scientifiques possèdent désormais un tableau plus précis de la nature et de l'ampleur de l'acidification au Canada. Ils savent aussi davantage comment favoriser le rétablissement des écosystèmes.

Les objectifs des programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides ont évolué durant cette période. Lorsque le gouvernement fédéral et les provinces ont commencé à forger une stratégie pour combattre ce fléau au début des années 80, le but premier était de décrire et d'élucider le phénomène des dépôts acides et ses incidences au Canada afin que des mesures adéquates puissent être prises pour protéger les écosystèmes canadiens. On voyait dans le transport atmosphérique du dioxyde de soufre (SO_2) et des oxydes d'azote (NO_x) sur de longues distances la principale cause des pluies acides. Les données empiriques raisonnablement bonnes recueillies à l'époque indiquaient que les environnements aquatiques modérément vulnérables seraient suffisamment protégés en limitant les dépôts humides de sulfate à 20 kg par hectare et par année (kg/ha/an). Même si elles justifiaient pleinement la position défendue par le Canada dans les délicates négociations entreprises à l'époque avec les États-Unis, ministres et chercheurs n'ignoraient pas la nature hypothétique des objectifs de charge reposant sur ces données. Ils savaient pertinemment que la capacité du sol et de la roche mère à neutraliser les précipitations acides varie énormément, que les bassins les plus fragiles ne bénéficieraient pas de la même protection et qu'on devrait procéder à une nouvelle évaluation dès qu'on aurait rassemblé d'autres données.

Le *Rapport de 1990 sur le transport à distance des polluants atmosphériques et sur les dépôts acides* analysait l'efficacité des programmes canadiens et américains de lutte contre le SO_2. Ce rapport prévoyait une amélioration notable de la chimie de l'eau et des biotes dans les lacs de l'Ontario et du Québec, mais peu de changement dans les régions fort sensibles aux acides du Nouveau-Brunswick, de la Nouvelle-Écosse et du sud de Terre-Neuve. L'évaluation de 1990 nous a également fourni la première représentation cartographique des charges critiques pour les dépôts humides de sulfates. Par « charge critique », on entend le dépôt qu'une région peut tolérer sans que ses écosystèmes en souffrent sensiblement. Dans le cas des écosystèmes aquatiques, la charge critique vise un pH de l'eau de 6,0 ou plus dans 95 % des lacs locaux. La charge critique varie considérablement, soit de plus de 20 kg/ha/an pour les bassins hydrographiques les plus résistants à moins de 8 kg/ha/an pour les plus fragiles.

Suite à l'évaluation de 1990, l'objectif principal des programmes de recherche et de surveillance sur les pluies acides a été modifié, la priorité passant à l'évaluation de l'efficacité des mesures antipollution. On a donc étudié de plus près la réaction de l'atmosphère et du milieu aquatique à la baisse des rejets, et tenté de résoudre les questions scientifiques qui demeuraient sans réponse, entre autres les raisons du

dépérissement des forêts et les effets des polluants associés aux pluies acides sur la santé humaine.

Le document *Les pluies acides au Canada : rapport d'évaluation de 1997* concluait qu'en dépit de leur succès, les programmes de lutte existants laissent bon nombre d'écosystèmes fragiles sans protection, surtout dans l'est du pays. Beaucoup de ces écosystèmes continueront de recevoir des dépôts acides supérieurs à leur charge critique, même après la mise en œuvre intégrale du programme américain de lutte contre les précipitations acides en 2010. Le rapport mentionnait par surcroît la nécessité de poursuivre la surveillance et faisait ressortir un certain nombre de questions scientifiques qui attendent toujours d'être élucidées, par exemple, les raisons pour lesquelles certains écosystèmes ne se rétablissent pas, comment évaluer la perte de fertilité du sol et les risques que cela pose pour la santé et la productivité des forêts canadiennes, et le double rôle de l'azote dans l'écologie comme élément nutritif et agent acidifiant.

Compte tenu des principales constatations de 1997 et de l'engagement à ne pas polluer les régions qui ne le sont pas pris dans la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000*, l'Équipe d'examen recommande :

Recommandation n° 1

que les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides au Canada servent principalement à vérifier l'efficacité des programmes de lutte contre la pollution atmosphérique afin de protéger la santé des lacs et des forêts

Puisque les préoccupations quant au dépôt acide découlent de l'impact de ce dernier sur l'environnement et la santé publique, le programme de recherche doit établir comment mesurer de manière satisfaisante les améliorations attribuables aux mesures antipollution, tant du côté de l'environnement que de la santé publique. Le programme doit aussi faire connaître les résultats de ces activités à intervalles réguliers aux ministres et à la population. C'est pourquoi l'Équipe d'examen préconise :

Recommandation n° 2

qu'on procède d'ici 2004 à une nouvelle évaluation complète du problème des pluies acides au Canada.

À cette date, la masse de données recueillies devrait suffire pour qu'on évalue la réaction des écosystèmes à la diminution des rejets survenue entre 1995 et 2000. Cette période revêt une importance capitale car c'est à ce moment que les États-Unis auront sensiblement réduit leurs émissions de SO_2, dans le cadre de la première phase des amendements apportés à la *Clean Air Act* en 1990.

Questions en suspens : résultats de 1997

Avant de préciser les éléments que devrait inclure le programme de recherche pour les années suivant 2000, il convient de passer en revue les principaux résultats de l'évaluation de 1997, car ils ont des répercussions appréciables sur les futures activités de recherche et de surveillance.

a) Surveillance de l'atmosphère et des précipitations

Les mesures de l'air et des précipitations prises jusqu'en 1995 révèlent que, bien que l'objectif de réduction des émissions de dioxyde de soufre ait été atteint et que les dépôts de sulfates aient diminués, cela ne s'est pas traduit par une diminution équivalente de l'acidité des précipitations. On attribue ce résultat inattendu à une plus faible concentration des bases neutralisantes dans l'air, notamment des sels de calcium et de magnésium. Bref, même si elles contiennent moins de sulfates, les précipitations n'ont pas connu de baisse d'acidité correspondante. Les causes du déclin des concentrations de bases neutralisantes n'ont pas encore été éclaircies. La même situation a été observée dans certaines régions des États-Unis et de l'Europe.

b) Lacs et cours d'eau

Comme prévu, la qualité des eaux de surface va en s'améliorant. La concentration de sulfates a diminué dans la plupart des lacs, et l'on note une légère réduction de l'acidité des eaux lacustres. Sur les 202 lacs surveillés dans le sud-est du Canada depuis le début des années 80, 33 % sont moins acides, 56 % le sont autant et la situation s'est aggravée dans 11 % des cas.

Les améliorations les plus manifestes sont survenues dans la région de Sudbury, où les lacs s'étaient gravement détériorés et où les émissions de dioxyde de soufre des fonderies locales ont connu des réductions appréciables, auxquelles il faut ajouter la réduction de la quantité de sulfates transportés dans l'atmosphère en provenance d'autres régions. Les provinces de l'Atlantique, en revanche, sont celles où la situation s'est le moins améliorée, bien que cette partie du pays n'ait pas autant souffert de l'acidification que certaines régions de l'Ontario et du Québec. Une vaste zone de l'est du Canada reçoit toujours deux fois plus de sulfates que les lacs et les terres humides de l'endroit peuvent en accepter sans subir des dommages à long terme.

c) Biotes aquatiques

Exception faite de la région de Sudbury, les biotes lacustres ne se sont pas encore rétablis de manière appréciable. Rien jusqu'à présent n'indique que la population de saumon atlantique et d'omble de fontaine s'est rétablie dans les cours d'eau de la Nouvelle-Écosse durement atteints. En fait, l'examen de huit rivières à saumon dans le sud de cette province et au Nouveau-Brunswick en 1997 indique que l'acidification des cours d'eau se poursuit.

d) Forêts

On a maintenant des indications documentées que les éléments nutritifs comme le calcium et le magnésium, essentiels à la croissance et à la vigueur des arbres, disparaissent dans les sols exposés au dépôt acide et que les symptômes du dépérissement des forêts découlent de carences et à de déséquilibres nutritifs. L'évaluation de 1997 révèle une corrélation claire entre la mort des arbres et une concentration de sulfates et de nitrates supérieure à la charge critique. On a aussi remarqué l'aggravation des symptômes de dépérissement dans les régions où la charge critique a été dépassée. Les arbres des régions au sol appauvri croissent d'abord mal, les signes plus évidents de dommages, comme la défoliation, apparaissant plus tard.

Le chaulage des érablières à sucre à Forêt Duchesnay, près de Québec, a donné des résultats stupéfiants. Le bilan nutritionnel et le taux de croissance des arbres se sont tous deux très nettement améliorés quand on a remplacé le calcium absent dans le sol. Ces résultats suggèrent fortement que la baisse de productivité et le dépérissement des forêts viennent de la disparition des éléments nutritifs dans le sol consécutivement aux pluies acides et de la plus faible quantité de calcium qui se dépose en provenance de l'atmosphère.

e) Matériaux

Les polluants comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et l'ozone accélèrent considérablement la corrosion de l'acier, du zinc, de l'aluminium, du cuivre, du bronze, de la pierre, de la peinture, des contacts électriques et d'autres substances. Le Canada participe à un programme de recherche international qui a mené à une estimation quantitative du taux de corrosion de ces matériaux. Ces estimations indiquent qu'une baisse graduelle de la concentration des polluants acides dans l'air ralentit la corrosion des matériaux exposés. Les données recueillies pourraient servir à déterminer certains avantages des mesures antipollution.

f) Santé humaine

De plus en plus de données indiquent que les fines particules de sulfates et d'autres polluants présentes dans l'air posent un danger significatif pour la santé. Des études épidémiologiques ont établi de solides corrélations entre une concentration élevée de ces particules et la hausse du nombre de personnes hospitalisées due à des troubles cardiaques ou pulmonaires, ainsi que l'augmentation du taux de mortalité lié à ces maladies. Par ailleurs, les polluants responsables des pluies acides sont étroitement liés à ceux qui contribuent à la formation de particules inhalables.

g) Incidence de l'azote

Les dépôts d'azote deviennent de plus en plus préoccupants, car ils interviennent dans divers problèmes touchant l'écosystème comme l'eutrophisation (fertilisation excessive), une modification de la composition des espèces et l'acidification. L'azote a généralement

contribué beaucoup moins aux dommages par acidification que les sulfates, essentiellement parce que les plantes et d'autres organismes en ont besoin pour croître. Quand la quantité d'azote déposée sur le sol dépasse celle dont les végétaux et les organismes du sol ont besoin, cependant, il y a acidification. Nombre de bassins hydrographiques de l'est du Canada présentent les premiers signes d'une saturation en azote, de sorte que, si les dépôts de cette substance continuent d'augmenter au même rythme, ils finiront à terme par annuler les améliorations dues à la réduction des émissions de dioxyde de soufre. Les répercussions à long terme de ce phénomène sont, entre autres, une nouvelle acidification des écosystèmes et un épuisement plus rapide des nutriments essentiels aux sols forestiers.

Les rejets d'oxydes d'azote, donc les dépôts de nitrates, n'ont guère varié au cours de la dernière décennie. Diverses administrations devraient adopter des mesures pour contrer une hausse future des rejets de NO_x, si ce n'est déjà fait. Bien qu'elles soient principalement destinées à améliorer la qualité de l'air dans des régions comme la basse vallée du Fraser, en Colombie-Britannique, et le corridor Windsor-Québec, en Ontario et au Québec, ces mesures auront des effets secondaires bénéfiques au chapitre des pluies acides.

Implications en matière de recherche et de surveillance

L'évaluation de 1997 révèle clairement que les pluies acides sont un problème tenace, surtout dans l'est du pays. Elle montre aussi que nos connaissances sur la réaction des écosystèmes à l'acidification présentent de sérieuses lacunes. Elle a notamment mis en évidence des cas où les écosystèmes ne réagissent pas de la manière prévue. Les chercheurs ont décelé ces réactions inattendues grâce à la masse d'excellentes données qui leur est constamment fournie par les réseaux de surveillance de l'air, de l'eau et du sol créés par les administrations fédérale et provinciales dans les années 70 et 80. Ces données les aident aussi à comprendre les raisons de telles réactions et leur montrent davantage comment les écosystèmes fonctionnent et réagiront vraisemblablement dans l'avenir. Selon l'Équipe d'examen, l'expérience illustre qu'il est important de poursuivre l'étude des réactions de l'atmosphère et des écosystèmes aux changements dans les émissions et les dépôts.

Pour être efficaces, les programmes de surveillance doivent viser le long terme - au moins 15 à 20 ans -, car les organismes vivants réagissent beaucoup plus lentement à une modification de l'acidification que les paramètres chimiques de l'air ou de l'eau. D'autre part, il est souvent difficile d'établir l'origine des réactions biologiques parce que de nombreux facteurs s'interposent, les variations climatiques, par exemple. Ainsi dans le cas des forêts, l'altération des propriétés chimiques du sol, une des plus graves conséquences des dépôts acides, est un phénomène chronique et plusieurs décennies se sont écoulées avant qu'on puisse en jauger les effets.

Même si un véritable programme de lutte contre la pollution atmosphérique devrait englober les incidences sur la santé humaine et sur les écosystèmes, l'Équipe d'examen a décidé de ne pas évaluer les programmes de recherche sur la santé humaine. La raison en

est que les émissions acidifiantes contribuent au smog urbain, si bien que les deux polluants ont les mêmes effets sur la santé. D'autres groupes du Canada et d'ailleurs formulant des recommandations sur les lacunes de la recherche dans ce domaine, une investigation indépendante dans le cadre du programme de recherche sur les pluies acides s'avérerait superflue.

Par conséquent, l'Équipe d'examen recommande :

Recommandation n° 3

pour atteindre les objectifs de la Stratégie, que le programme de recherche et de surveillance sur les pluies acides après l'an 2000 serve :

- **à surveiller la chimie de l'air et des précipitations, et à en déterminer les variations suite aux changements d'émissions de polluants;**
- **à surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau, et à en vérifier le niveau de rétablissement;**
- **à évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts;**
- **à déterminer l'étendue et la sévérité de la perte de fertilité des sols forestiers, et à déterminer l'accroissement du risque pour la forêt;**
- **à préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant.**

Pareilles activités revêtent une importance particulière dans l'est du Canada, où les pluies acides restent problématiques. Des activités analogues, mais plus modestes, sont également nécessaires là où les précipitations acides sont moins préoccupantes, pour établir l'efficacité des mesures antipollution destinées à garder les endroits non pollués en bon état.

L'Équipe d'examen a noté que la *Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000* ne tient pas spécifiquement compte des effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux. Étant donné le coût modique du programme et de l'importance potentielle de ses résultats quant aux problèmes de qualité de l'air dans les villes, l'Équipe d'examen préconise :

Recommandation n° 4

qu'on maintienne le programme de recherche relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux en continuant de participer au programme de la Convention de la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe (CEE-ONU).

CHAPITRE 2 : ÉTAT DES PROGRAMMES FÉDÉRAUX, PROVINCIAUX ET TERRITORIAUX DE RECHERCHE ET DE SURVEILLANCE SUR LES PLUIES ACIDES

Plusieurs programmes fédéraux, provinciaux et territoriaux ont inclus des activités de recherche et de surveillance depuis que les pluies acides sont devenues un problème environnemental, dans les années 70. La décennie suivante, on a officiellement confié la coordination de ces programmes au Comité fédéral-provincial de coordination de la recherche et de la surveillance, qui comptait des représentants des dix provinces et de divers ministères fédéraux. Ce comité a été dissous au début des années 90. Depuis, c'est le Service météorologique du Canada (l'ancien Service de l'environnement atmosphérique) qui constitue le principal organe de coordination au niveau fédéral.

Programmes fédéraux

Les ministères ci-dessous poursuivent ou poursuivaient encore récemment des activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides.

a) Environnement Canada

Environnement Canada est le principal responsable des activités de recherche et de surveillance des milieux atmosphérique et aquatique. Il assume notamment les responsabilités suivantes :

- coordonner le programme fédéral de recherche et de surveillance sur les pluies acides;
- coordonner les projets entrepris conjointement avec les provinces et les États-Unis;
- faire rapport sur la manière dont l'environnement réagit à l'évolution des dépôts acides;
- surveiller les dépôts des principaux ions transportés dans l'atmosphère;
- modéliser les réductions proposées afin d'en définir les effets sur les dépôts;
- déterminer les charges acceptables pour les dépôts;
- vérifier la vitesse et l'importance du rétablissement des lacs et des cours d'eau consécutivement à la diminution des dépôts atmosphériques;
- dispenser des conseils scientifiques aux décideurs (p. ex., lors des négociations internationales sur les pluies acides).

Entre 1981 et 1997, Environnement Canada s'est également occupé de l'assurance et du contrôle de la qualité entre les laboratoires pour tous les participants au programme canadien de lutte contre les pluies acides (gouvernement fédéral, provinces et territoires, universités et secteur privé).

b) Ministère des Pêches et des Océans (MPO)

En 1980, le MPO a lancé un programme visant à surveiller les effets de l'acidification sur les organismes peuplant les systèmes aquatiques. Il s'est aussi occupé d'évaluer les risques selon divers scénarios de dépôt, de déterminer le seuil à partir duquel les systèmes aquatiques subissent des dommages et d'estimer les perspectives de rétablissement des systèmes en réponse à la réduction des émissions. À l'heure actuelle, cependant, le MPO ne participe plus aux recherches sur les pluies acides.

c) Service canadien des forêts (SCF)

En 1984, le SCF instaurait le Dispositif national d'alerte rapide pour les précipitations acides (DNARPA), un réseau national de parcelles forestières contrôlées permettant de déceler rapidement les signes de dommages aux forêts et de suivre l'évolution de la végétation et du sol forestier, que les changements aient une origine naturelle (insectes, maladies ou conditions météorologiques) ou anthropique (pratiques de gestion ou pollution atmosphérique). Une autre étude, le Projet des érables de l'Amérique du Nord (PEAN), entreprise vers la fin des années 80 avec le concours du Service des forêts des États-Unis, devait illustrer l'évolution des érablières de l'est du Canada et du nord-est des États-Unis, et trouver les causes possibles de leur dépérissement.

Le SCF effectue également une étude intensive sur le bouleau à papier dans la région de la baie de Fundy depuis le milieu des années 80, pour documenter les liens entre la détérioration des arbres et le dépôt acide dû au brouillard.

d) Santé Canada

Le programme de recherche de ce ministère relatif aux effets des polluants atmosphériques sur la santé comporte des études toxicologiques sur les animaux, des études cliniques sur l'homme, des études de population et des études spéciales de surveillance. Le programme a fourni de l'information utile tant aux scientifiques qu'aux organismes de réglementation et permis d'établir des liens significatifs entre les substances responsables des dépôts acides et les effets nocifs sur la santé.

Programmes provinciaux

Aux programmes fédéraux s'ajoutent diverses initiatives prises par les administrations provinciales et territoriales. Les tableaux des pages suivantes résument les efforts déployés par le fédéral, les provinces et les territoires.

L'Équipe d'examen a eu accès à l'information suivante pour la préparation de ce rapport :

ONTARIO

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite 7 stations du RCSAP en Ontario, notamment : • les sites de surveillance des précipitations de Bonner Lake et de Warsaw Caves; • le site de surveillance de l'air et des précipitations de Longwoods; • les sites de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations de la région des lacs expérimentaux, d'Algoma, de Chalk River et d'Egbert.	Le MEO exploite des stations de surveillance des précipitations acides dans la province - le réseau APIOS - qui servent à déterminer la concentration et l'importance des dépôts humides et secs d'acides, de sulfates, de nitrates et de métaux traces dans la province. Le MEO exploite présentement 17 stations, dont 14 sont représentatives à l'échelle régionale et 3 sont représentatives des alentours de Sudbury. Treize des 14 stations régionales effectuent des mesures de l'air et des précipitations utilisant des échantillons intégrés sur 28 jours et une station en effectue sur une base quotidienne. Le MEO va probablement cesser l'exploitation de la plupart de ses stations APIOS en avril 2000.
CHIMIE AQUATIQUE	EC surveille les propriétés chimiques de l'eau et les retraits des cours d'eau toute l'année au site du bassin des lacs Turkey, au nord de Sault Ste. Marie. Les quatre lacs font l'objet d'échantillonnage deux fois par mois (une fois en hiver), tandis que 6 cours d'eau sont échantillonnés chaque semaine (plus souvent pendant la fonte de printemps). L'INRE étudie aussi les conditions météorologiques, le rayonnement solaire, les UVB et la chimie du manteau nival. RNCan, le MPO, le Service canadien de la faune (SCF – Région de l'Ontario), le ministère des Ressources naturelles de l'Ontario, 4 universités et 4 partenaires du secteur privé poursuivaient des activités à cet endroit en 1997. On s'intéresse aussi aux toxiques atmosphériques, au changement climatique, au mercure (projet secondaire) et aux UVB (projet secondaire) au lac Turkey.	Dans le cadre d'un partenariat, le MEO et l'Université de Trent étudient les paramètres chimiques de 28 lacs dans le centre-sud de l'Ontario (district de Muskoka, comté d'Haliburton, comté de Parry Sound) pendant la saison sans glace. Huit lacs (les sites principaux de l'étude) font l'objet d'un contrôle mensuel, tandis qu'on prélève des échantillons dans 20 autres 2 à 4 fois durant la saison sans glace. On surveille constamment l'hydrologie de 17 cours d'eau tributaires des lacs principaux et de 8 cours d'eau sortants, en plus d'y prélever des échantillons au moins aux deux semaines, mais souvent beaucoup plus fréquemment, afin d'en évaluer les paramètres chimiques. Les résultats des mesures chimiques et hydrologiques servent à établir le bilan massique des lacs et des bassins. On mesure l'importance des dépôts atmosphériques à 4 sites de la région à l'étude. Divers paramètres météorologiques, hydrologiques, physiques et chimiques sont régulièrement mesurés. Outre les travaux sur les pluies acides, on effectue des recherches sur les effets du climat, le cycle des éléments nutritifs et le mercure, et on poursuit d'importants travaux de modélisation. De nombreuses personnes d'une douzaine d'universités collaborent aux projets, auxquels participent aussi plusieurs organismes ou instituts de l'étranger. Le MEO, le MRNO, l'Université Laurentienne, Inco Ltd., Falconbridge Ltd. et EC ont établi un partenariat pour surveiller les paramètres chimiques de l'eau de plusieurs lacs du nord-est de la

		province, dans un rayon de 100 km de Sudbury. Ainsi, on prélève des échantillons annuellement dans 43 lacs et mensuellement dans 10 autres, durant la saison sans glace. Certains lacs se trouvent dans le parc provincial Killarney, un site de surveillance national du RÉSÉ. Le programme de surveillance a pour principaux objectifs d'établir dans quelle mesure les lacs se sont remis de l'acidification et d'examiner l'influence des stress multiples sur les écosystèmes aquatiques. À l'heure actuelle, on s'intéresse particulièrement aux répercussions du changement climatique sur le rétablissement des lacs acidifiés. Le programme de surveillance vise à la fois à étudier l'effet des rejets de soufre des fonderies voisines de Sudbury et celui du transport à distance des polluants acides. Des membres de diverses institutions canadiennes et étrangères participent à ces travaux.
BIOTE AQUATIQUE	Le personnel de la région de l'Ontario surveille et modélise les effets des pluies acides sur la chimie et la biologie de trois groupes de petits lacs et de milieux humides. Le programme de surveillance de la faune de l'Ontario a suivi d'emblée une approche intégrée, axée sur l'ensemble de l'écosystème. Dans ce contexte, on a recueilli et analysé des données sur la chimie de l'eau, sur les caractéristiques du bassin hydrographique de même que sur la structure et la biodiversité des chaînes alimentaires aquatiques. Le programme de biosurveillance du Transport à distance des polluants atmosphériques (TADPA), dirigé par le Service canadien de la Faune, a été inauguré en 1987 et reposait sur des recherches antérieures. Depuis l'arrêt du programme de biosurveillance du MPO, il s'agit désormais du seul programme de surveillance important de l'est du Canada permettant d'évaluer les progrès de la réduction des effets biologiques depuis que le Canada et les États-Unis réglementent les rejets de polluants.	Le MEO, l'Université de Trent et l'Université York surveillent régulièrement les biotes des 8 lacs principaux mentionnés plus haut. On regroupe des échantillons de phytoplancton pour calculer la biomasse moyenne et établir la composition des espèces durant la saison sans glace. Des échantillons de zooplancton sont prélevés chaque mois, tandis que les invertébrés benthiques sont échantillonnés à l'automne, près de la rive. On surveille aussi annuellement la population d'invertébrés benthiques dans les 17 tributaires des lacs principaux grâce à une méthode rapide d'évaluation biologique. Les invertébrés benthiques font également l'objet de prélèvements annuel dans un sous-groupe des 20 lacs supplémentaires décrit ci-dessus, et on effectue périodiquement des relevés du benthos et du zooplancton dans un plus grand nombre de lacs. Un grand nombre d'universités et d'instituts prêtent leur concours à ces études.On échantillonne le phytoplancton et le zooplancton des dix lacs de la région de Sudbury qui font l'objet de la surveillance la plus régulière. Le zooplancton des 43 lacs surveillés annuellement est échantillonné tous les 5 à 10 ans. On étudie aussi périodiquement la population de poissons et d'invertébrés benthiques dans quelques lacs. Parmi ceux-ci, certains servent à une étude paléolimnologique des diatomées et des chrysophytes, qui permettra d'inférer les cycles chimiques à long terme.
FORÊTS		En 1985, le ministère de l'Environnement et de l'Énergie de l'Ontario entreprenait une étude sur la santé des forêts de feuillus tolérants dans la province. Le but est de créer une base de données provinciale sur l'état apparent de la forêt, principalement composée d'érables à sucre. En réévaluant les mêmes arbres à intervalles réguliers

		et en comparant les résultats avec les données antérieures, on pense être en mesure de décrire l'évolution des arbres et de comparer différentes régions de la province. L'enquête concerne des parcelles sur lesquelles poussent plus de 14 000 arbres sur l'aire de répartition de l'érable à sucre. Les symptômes visibles du dépérissement sont un feuillage vert pâle ou jaunâtre, des feuilles de petite taille et la mort des rameaux les plus fins suivie de celle des branches maîtresses.

QUÉBEC

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite trois stations du RCSAP au Québec, notamment : • des sites de surveillance de l'air et des précipitations à Chapais et à Sutton; • un site de surveillance des précipitations à Mingan; • un autre site de surveillance des précipitations devrait bientôt être établi au Lac Édouard pour remplacer le site qui était situé dans la forêt Montmorency. EC (Service de l'environnement atmosphérique, région du Québec) exploite aussi 2 stations de mesures des $PM_{2.5}$ (Saint-Anicet et L'Assomption) et deux stations de mesure de l'ozone (Saint-Anicet et Sainte-Françoise).	Le ministère de l'Environnement du Québec (MEQ) utilise divers réseaux d'échantillonnage pour surveiller la qualité de l'air et des précipitations. Le Réseau d'échantillonnage des précipitations du Québec (REPQ) est composé de 35 stations d'échantillonnage situées dans les zones les plus peuplées du sud de la province. Des échantillons de dépôts humides (pluie et neige) sont prélevés hebdomadairement par des collecteurs automatiques. Les paramètres suivants sont analysés et exprimés en concentrations et en charges : pH, acidité (H), alcalinité (HCO_3), SO_4, NO_3 NH_4, Cl, Ca, Mg, Na, et K. En 1998, le Réseau de surveillance de la qualité de l'air comprend 77 stations d'échantillonnage (y compris celles situées sur le territoire de la CUM) où sont effectuées des mesures des polluants gazeux et des particules en suspension. Le nombre de polluants mesurés et l'instrumentation varient grandement entre les sites (certains sites ne mesurent qu'un seul polluant, tandis que d'autres peuvent en échantillonner jusqu'à 12).
CHIMIE AQUATIQUE	Traditionnellement, EC a procédé à la surveillance des eaux superficielles à l'aide d'un réseau de lacs répartis sur le territoire et d'un bassin calibré, le lac Laflamme. Le réseau de lacs vise d'abord à recueillir des renseignements sur les tendances d'acidification régionales à long terme (c.-à-d. pluriannuelles). Depuis 1994, l'effort d'échantillonnage a diminué. Le nombre de lacs surveillés est passé de 64 à 43 et la fréquence d'échantillonnage de plusieurs lacs a été réduite. Les dernières données analysées sont celles de 1997. EC a surveillé la chimie des eaux superficielles et l'exportation en cours d'eau du lac Laflamme située au nord de Québec. Le lac et son effluent étaient échantillonnés toutes les deux semaines l'année durant, sauf en avril et en mai (c.-à-d. pendant le ruissellement printanier), alors que la fréquence de l'échantillonnage passait à une fois par semaine. EC a cessé toutes ces activités à ce site au début de 1999.	Le MEQ a effectué le Relevé des lacs du Québec (réseau RESSALQ) entre 1986 et 1990. Ce relevé statistique a porté sur 1 253 lacs vulnérables éloignés (> 10 hectares) situés sur le Bouclier canadien dans le sud du Québec (au sud de 51N). Des échantillons hivernaux ont été prélevés en mars. Une deuxième phase d'échantillonnage est prévue dans un avenir plus ou moins proche pour les trois zones les plus touchées (sud-ouest du Québec). Le MEQ réalise également le projet Noranda, qui comprend un réseau de 75 lacs entourant Rouyn-Noranda. L'échantillonnage lacustre est effectué tous les cinq ans. Les relevés antérieurs ont été effectués en 1982, 1991 et 1996. D'autres petits réseaux servent à évaluer l'acidification épisodique des lacs à truite et à examiner le transfert de stocks de truite de ruisseau acidiphile de la Côte-Nord dans des lacs récemment acidifiés de Portneuf.

BIOTE AQUATIQUE		Le seul projet en cours dans le domaine du biote concerne le transfert de stocks de truite de ruisseau acidiphile de la Côte-Nord dans des lacs récemment acidifiés de Portneuf. Les expériences sont menées dans trois lacs et deux défluents de cours d'eau.
FORÊTS		On a créé le Réseau de surveillance des écosystèmes forestiers (RÉSÉF) en 1988 pour recueillir des informations sur le climat, les nutriments des écosystèmes forestiers, les précipitations, et la qualité de l'air. Il existe des liens avec d'autres réseaux exploités par les ministères de l'Agriculture et de l'Environnement et de la Faune du Québec ainsi que le RCSAP d'Environnement Canada. Au total, 30 stations couvrent les diverses régions écologiques du Québec méridional. Le Réseau permet de rassembler des données sur les effets des agressions naturelles et anthropiques sur les écosystèmes forestiers, et notamment sur leur diversité biologique et leur croissance. Les analyses des données n'ont pas encore été publiées. On y fait aussi la surveillance continue de trois bassins jaugés forestiers, chacun étant représentatifs des grandes zones de la végétation forestière du Québec.

NOUVELLE-ÉCOSSE

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite deux stations du RCSAP dans la province, notamment : • un site de surveillance des précipitations à Jackson; • un site de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations à Kejimkujik.	La Nouvelle-Écosse exploite une station de surveillance des précipitations à Sherbrooke, en coopération avec Environnement Canada. Un autre site est en voie d'être aménagé dans le cadre du projet du bassin Pockwock, une étude sur l'écosystème à base de foresterie. La province compte aussi un réseau de surveillance de l'air ambiant dans les zones urbaines et industrielles, bien que celui-ci ne serve pas uniquement à évaluer l'acidification. On y mesure aussi en continu la concentration de SO_x, de NO_x, d'ozone troposphérique et de particules fines. Enfin, le secteur privé exploite des détecteurs de SO_x près des principales sources de pollution ponctuelles.
CHIMIE AQUATIQUE	EC échantillonne chaque semaine 3 cours d'eau (toute l'année) et 2 lacs (printemps et été) au site RÉSÉ de Kejimkujik, dans le centre-sud de la province. Parcs Canada (PC) et l'Université du Nouveau-Brunswick (département de foresterie) participent au projet. Le mercure, le changement climatique et les UVB (ainsi que leur interaction avec les émissions acidifiantes) font également partie des sujets à l'étude à Kejimkujik. EC surveille les eaux de surface au niveau intermédiaire de la hiérarchie de surveillance, en Nouvelle-Écosse. Les stations sont toutes des lacs, dont bon nombre ne sont accessibles que par hélicoptère. EC surveille aussi des lacs de la péninsule du Cap Breton et d'autres situés dans le centre-sud de la province deux fois l'an. La surveillance de 12 lacs provinciaux s'effectue en collaboration avec PC, qui prélève les échantillons. (EC analyse ceux-ci et les données qui en résultent.) Sans cette collaboration, moins de lacs seraient surveillés.	La Nouvelle-Écosse a entrepris une étude des lacs dans le cadre du projet du bassin Pockwock. Cette étude quantifie mensuellement les paramètres de la qualité de l'eau qui permettront d'évaluer les changements attribuables à l'acidification, à l'eutrophisation et à l'envasement dans 4 lacs et 2 étangs du bassin.

BIOTE AQUATIQUE	En 1978, EC a entrepris la surveillance de 3 systèmes lacustres dans le parc national de Kejimkujik, en vue de caractériser la qualité de l'eau et de définir les biocénoses typiques du parc et de ses environs. Ce travail a permis de corréler la faible reproduction des poissons à la baisse de fécondité chez les oiseaux aquatiques, en particulier les huards. Depuis 1988, le Service canadien de la faune surveille la reproduction des plongeons huards et d'autres espèces d'oiseaux aquatiques aux 25 lacs de Kejimkujik.	
FORÊTS		L'impact des précipitations acides sur la productivité des forêts, sur les sols forestiers et sur les changements des éléments nutritifs du sol dans un paysage de forêt aménagée est à l'étude dans le cadre du projet du bassin Pockwock.

NOUVEAU-BRUNSWICK

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite un site de surveillance des précipitations du RCSAP à Harcourt.	Aucune station de surveillance de l'air ambiant ne sert spécifiquement à évaluer l'acidification au Nouveau-Brunswick. Plusieurs réseaux mesurent le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote, mais dans les zones urbaines ou à proximité des grandes sources ponctuelles de SO_2. La province exploite un vaste réseau de surveillance des pluies acides en collaboration avec Énergie NB. Ce réseau se compose de 13 échantillonneurs de précipitations disséminés à travers la province. Le MENB s'occupe des épreuves de laboratoire et de l'analyse des données. On a commencé à vérifier la concentration de particules fines en 1996 en installant deux appareils d'échantillonnage en continu TEOM (microbalance automatique) à Saint-Jean. Les appareils se trouvent dans une banlieue est de la ville qui subit l'impact des rejets locaux. Deux ans plus tard, on a doté un site rural, où la pollution par les $PM_{2,5}$ était représentative pour la région, d'un autre de ces appareils (St. Andrews). Ce site s'avère particulièrement utile pour caractériser la pollution transfrontalière. Un nouvel appareil TEOM pour les $PM_{2,5}$ a été installé à Fredericton en 1999, dans un site représentatif des banlieues urbaines et du milieu de la vallée du Saint-Jean. D'autres sites de surveillance devraient entrer en service à Moncton et à Bathurst durant l'année. L'ensemble de ces sites donnera une meilleure idée des concentrations de particules fines dans la province. Les données trouveront une application dans les études médicales ainsi que dans celles sur le transport et la chimie du smog.
CHIMIE AQUATIQUE		Au début des années 80, on a retenu une série de 95 lacs de tête sensibles aux pluies acides, situés dans des endroits reculés du sud-ouest et du centre de la province, à l'abri des activités humaines, en prévision d'une étude sur les effets à long terme de l'acidification. Les lacs en question reposent sur une assise rocheuse à faible pouvoir tampon et sont échantillonnés tous les 3 à 5 ans. Les prélèvements servent à établir la concentration des principaux ions inorganiques. Les échantillons les plus récents remontent à 1998 et 1995.

BIOTE AQUATIQUE	En 1986 et 1987, on s'est intéressé aux conséquences de l'acidification des milieux humides sur les oiseaux aquatiques à 173 sites du sud-ouest de la province. On a donc surveillé les paramètres chimiques de l'eau des milieux humides ainsi que la diversité et l'abondance de diverses espèces aquatiques (dont le plongeon huard). La surveillance de la population de plongeon huard a repris dans 25 de ces lacs depuis 1995. Bien qu'elles aient initialement été entreprises à cause des préoccupations que soulève l'acidification, ces activités sont désormais intégrées à un plus vaste programme visant à établir les effets combinés de l'acidité et du mercure sur la santé, le comportement reproducteur et le succès de reproduction du plongeon huard. Il est de plus en plus manifeste qu'il existe un lien entre les effets de l'acidification et ceux du mercure dans les lacs des Maritimes.	Depuis 5 ans, la population d'invertébrés benthiques fait l'objet d'échantillonnages annuels dans une cinquantaine d'endroits du Nouveau-Brunswick, dans le cadre des programmes réguliers de surveillance des eaux de surface du MENB. Ces échantillons servent à caractériser la qualité de l'environnement dans certains bassins hydrographiques et à définir et appliquer des indices de biodiversité utilisables pour classer les eaux de la province. Le nombre de sites atteindra à peu près la centaine en 1999. Les données recueillies pourraient faciliter l'évaluation des conséquences de l'acidification.
FORÊTS		Depuis le milieu des années 80, Forêts Canada et des chercheurs de l'UNB poursuivent des études détaillées des répercussions des dépôts acides sur les forêts qui bordent la baie de Fundy, où l'on a observé le dépérissement des bouleaux blancs et des bouleaux blancs de montagne à la fin des années 70 et au début des années 80. Le MENB a prêté son concours au projet et a collaboré à la rédaction de plusieurs publications.

TERRE-NEUVE

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite deux sites du RCSAP à Terre-Neuve, notamment : • un site de surveillance des précipitations à Bay d'Espoir; • un site de surveillance des précipitations à Goose Bay, au Labrador.	La province compte cinq sites de surveillance des précipitations (Burgeo, Lochleven, Terra Nova, Cormack et Wooddale) et un site fruit d'une action concertée avec la Memorial University, à Salmonier.
CHIMIE AQUATIQUE	EC contrôle les eaux de surface au niveau intermédiaire de la hiérarchie de surveillance dans la province. Les sites sont des lacs, souvent situés dans des endroits éloignés, uniquement accessibles par hélicoptère. Depuis septembre 1997, le personnel de la région de l'Atlantique surveille 12 lacs à Terre-Neuve. Ceux-ci font l'objet d'échantillonnages deux fois l'an. Les lacs de la province sont contrôlés avec le concours de PC, qui effectue l'échantillonnage. (EC analyse les échantillons et les données qui en résultent.) Sans cette collaboration, on contrôlerait moins de lacs. En 1999, on a interrompu les activités de surveillance à 21 lacs.	

ALBERTA

ACTIVITÉ	FÉDÉRAL	PROVINCIAL
AIR ET PRÉCIPITATIONS	EC exploite un site du RCSAP à Esther, où l'on effectue des relevés pour l'ozone, l'air et les précipitations.	Les relevés de surveillance sur la qualité de l'air ambiant et sur les dépôts sont transmis à un centre de données provincial, créé sous la direction d'un comité multilatéral de la Clean Air Strategic Alliance. Le centre de données est actuellement géré par Alberta Environment (AENV). Les données du site du RCSAP à Esther sont elles aussi relayées au centre de données par EC. Alberta Environment a mis en place un réseau d'appareils de surveillance de la qualité de l'air ambiant (principalement à Calgary et à Edmonton). Les données sont stockées au centre et communiquées à NAtChem. Alberta Environment exploite également un réseau de 10 appareils de surveillance de la qualité des précipitations (dépôts humides). Les données de ce réseau sont elles aussi expédiées au centre et acheminées à NAtChem. La Wood Buffalo Environmental Association (qui a son siège social à Fort McMurray) exploite un réseau de huit sites de surveillance atmosphérique, dont trois sites de surveillance intensive où sont recueillis des données sur les dépôts acides. Ces dernières sont transmises chaque année aux intervenants et à AENV. La West Central Airshed Society (dont l'administration centrale se trouve à Drayton Valley) possède un réseau de sites de surveillance active et passive des substances acidifiantes. Les données sont communiquées annuellement aux intervenants et relayées au centre de données. Bon nombre d'industries surveillent aussi les émissions acidifiantes présentes dans l'air dans le cadre des programmes de surveillance réglementaires. Les données sont relayées à AENV chaque année. Alberta Environment vérifie si le Système d'inventaire régional des polluants atmosphériques convient au stockage et à la récupération des données sur les rejets atmosphériques, y compris celles sur les substances acidifiantes.

CHIMIE AQUATIQUE		Alberta Environment maintient une base de données sur l'alcalinité, le pH, la concentration de calcium et celle de solides totaux dissous des lacs de la province. L'objectif est de produire des cartes provinciales de la sensibilité des eaux de surface aux dépôts acides. Plus de 1 100 lacs ont fait l'objet de relevés et la plupart d'entre eux ne sont pas sensibles aux dépôts acides. En 1998, Alberta-Pacific Forest Industries Inc. (AlPac) et AENV ont prélevé des échantillons dans 165 lacs du nord-est de la province, dont 139 qui n'avaient pas été échantillonnés auparavant. Les nouveaux relevés s'ajoutent à la base de données sur la sensibilité des lacs. Ces données et celles recueillies ultérieurement serviront à actualiser les cartes provinciales de la sensibilité du milieu aquatique. Trois affluents de l'Athabasca (la Muskeg, la Steepbank et la Firebag) ont fait l'objet d'une étude devant établir si le pH des cours d'eau baisse temporairement au printemps. Jusqu'à présent, on a prélevé des échantillons lors de la fonte printanière en 1989, 1990, 1996, 1998 et 1999. Le Programme régional de surveillance de l'environnement aquatique (*Regional Aquatics Monitoring Program* - RAMP), une initiative multilatérale, a été lancé en 1999. Il a pour but de surveiller les incidences à long terme des émissions acidifiantes des industries locales sur les lacs sensibles du nord-est de la province. L'AENV et AlPac font partie du comité directeur. Trente lacs, dont l'alcalinité est inférieure à 15 mg/L $CaCO_3$ dans la plupart des cas, ont été retenus le long d'un gradient d'apports de plus en plus importants de polluants acides provenant de la zone d'exploitation des sables bitumineux, au nord de Fort McMurray. Les lacs sont divisés en deux groupes, selon la teneur en carbone organique dissous (COD) pour que les lacs tamponnés par des composés organiques et ceux tamponnés par des substances minérales soient correctement représentés. On prévoit échantillonner les lacs une fois par année au départ, puis tous les trois ans, après la période d'échantillonnages annuels.
FORÊTS, VÉGÉTATION ET SOLS		Alberta Environment possède un réseau de sept sites de surveillance du sol servant à étudier l'effet des dépôts acides sur la chimie du sol. Ces sites ont été aménagés entre 1981 et 1984. Durant cette période, on a prélevé et analysé des échantillons de

		sol. Chaque site est échantillonné à des intervalles de 4 à 6 ans. Le programme devrait se poursuivre, mais les prélèvements ne seront repris que tous les 6 à 10 ans à compter de 1999 ou de 2000. La Wood Buffalo Environmental Association a lancé un programme de surveillance des effets sur l'environnement terrestre (*Terrestrial Environment Effects Monitoring* - TEEM) en vue de préciser l'impact des dépôts acides sur les forêts de pin gris et de peuplier faux-tremble. Ce programme couvre présentement 21 sites (10 pour le pin gris et 11 pour le peuplier faux-tremble). On examine chaque site annuellement pour les observations générale (état des arbres) et on procède à une évaluation détaillée aux 5 ans. Dans ce cas, on prélève et analyse des échantillons du sol et de la végétation, et évalue la croissance et l'état des arbres. D'autres sites ont été aménagés en 1997 et 1998, les premiers sites de surveillance intensive du pin gris étant entrés en activité en 1998. On a commencé à contrôler intensivement les peupliers faux-trembles à l'été de 1999.
SANTÉ		L'Athabaska Oil Sands Community Exposure and Health Effects Assessment Program a posé et enlevé toutes les 24 heures, pendant quatre mois consécutifs, des dispositifs individuels d'échantillonnage passif (des « macarons »). Ces dispositifs ont été portés par 300 participants, et ces derniers ont été inscrits au programme, puis retirés de ce dernier sur une période de 16 mois. Le programme comprenait aussi la collecte de données sur les particules. Pendant chacune de leur période d'exposition de 24 heures, les participants portaient continuellement une pompe active. Chaque personne participant à la mesure des particules portait aussi un échantillonneur passif. Les données recueillies se rapportaient aux particules de 10 et de 2,5 microns. L'analyse comprenait une certaine spéciation des métaux. À l'aide des échantillonneurs passifs et actifs, on a recueilli, à Fort McMurray, des données sur l'exposition individuelle de 300 participants au NO_2, à l'ozone, au SO_2, aux COV ainsi qu'aux particules de 10 et de 2,5 microns.

MANITOBA

- Environnement Manitoba, INCO et EC ont exploité, près d'Island Lake, un site de surveillance des précipitations semblable à ceux du RCSAP jusqu'en 1998.

COLOMBIE-BRITANNIQUE

- EC exploite un site de surveillance de l'ozone, de l'air et des précipitations du RCSAP à Saturna.

ÎLE-DU-PRINCE-ÉDOUARD

- La province exploite un site de surveillance des précipitations à Cardigan. Environnement Canada (laboratoire régional de Moncton) analyse les données recueillies.

SASKATCHEWAN

- Saskatchewan Environment and Resource Management est en voie de développer un programme de surveillance des lacs situés entre 56°N et 58°N, exposés à des dépôts acides.

YUKON, TERRITOIRES DU NORD-OUEST, et NUNAVUT

- Le Service de la protection de l'environnement des Territoires du Nord-Ouest, en partenariat avec EC, exploite un site du RCSAP à Snare Rapids (T.N.-O.).

Volets du programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides

Dans ce document, le terme « surveillance » désigne la quantification en continu et à long terme des variables associées aux précipitations acides; l'expression « programme de surveillance », quant à elle, désigne l'ensemble des activités servant à recueillir les données nécessaires, à en contrôler la qualité et à en assurer la diffusion.

La recherche scientifique a été intégrée à la surveillance pour répondre à des questions précises. Les activités de recherche ont consisté en :

- la conception de méthodes pour estimer l'importance des dépôts secs;
- l'évaluation du mécanisme de rétablissement chimique et biologique, de son ampleur et de sa réversibilité;
- la modélisation des effets de l'acidification;
- l'évaluation du rôle des polluants azotés dans l'acidification du milieu aquatique;
- la caractérisation de l'impact des pluies acides sur la physiologie des arbres;
- la détermination des incidences des pluies acides sur la chimie du sol;
- l'application des modèles à l'estimation de la charge critique.

Le programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides repose sur cinq grandes composantes :

- le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP);
- les réseaux provinciaux de surveillance des dépôts acides;
- la Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem);
- la surveillance des eaux de surface;
- la surveillance des biotes aquatiques.

Ces composantes forment et continueront de former l'épine dorsale du programme canadien de recherche et de surveillance sur les pluies acides. Elles fournissent les données qui, combinées à l'information d'autres sources, aident les scientifiques à déterminer si les programmes de lutte contre les pluies acides protègent suffisamment les écosystèmes aquatiques. Ce sont ces données qui nous permettent de savoir que les programmes antipollution actuels ne sont pas assez sévères pour assurer la protection des écosystèmes aquatiques fragiles dans l'est du Canada et qu'il faut réduire encore plus les rejets de SO_2 et de NO_x. On a recours à des données analogues, enrichies des résultats de la modélisation, pour échafauder des programmes de lutte contre la pollution atmosphérique dans les régions de l'ouest du Canada, où la pollution par les émissions acidifiantes est appréciable mais où les écosystèmes sont relativement bien tamponnés. D'autres activités de recherche et de surveillance (celles sur la santé des forêts, par exemple) permettent de produire des rapports d'évaluation plus complets.

a) Le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations du Canada

Le Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP) est le réseau national d'Environnement Canada pour les mesures quotidiennes de la qualité de l'air et des précipitations à l'échelle régionale. Les données du RCSAP sont utilisées aux fins suivantes :

- déterminer le profil spatial et les tendances temporelles des polluants atmosphériques responsables des pluies acides et du smog;
- évaluer les modèles du transport à distance des polluants;
- étudier les effets des polluants sur les systèmes terrestres et aquatiques;
- s'assurer que les relevés nationaux sont compatibles avec ceux des provinces et des États-Unis.

On mesure à la fois les précipitations et la qualité de l'air, mais les endroits où le second paramètre est évalué sont moins nombreux. La mesure de la qualité de l'air permet de déterminer si la réduction des émissions entraîne les changements souhaités de la concentration atmosphérique des polluants. Les données sur la qualité de l'air servent aussi à estimer la proportion des dépôts secs par rapport aux dépôts totaux (on la situe entre 20 % et 50 %).

Les premiers relevés du RCSAP remontent à la fin des années 70. Les sites du réseau ont été aménagés hors des zones urbaines pour éviter les sources de pollution locales et atténuer le plus possible l'influence des facteurs locaux sur la qualité et le volume des précipitations, permettant donc d'obtenir des résultats représentatifs pour la région. Les scientifiques qui mesurent la pollution de l'air dans les centres urbains diraient que la plupart des sites du RCSAP se trouvent dans des endroits reculés et non pollués. À tous les sites du RCSAP, les précipitations sont recueillies sous forme d'un échantillon intégré de 24 heures où l'on mesure le pH et la concentration de sulfates, de nitrates, de chlore, d'ammonium, de sodium, de calcium, de magnésium et de potassium.

On prélève aussi par filtration un échantillon d'air intégré de 24 heures dans un sous-ensemble de 10 sites; par le passé, jusqu'à 16 sites ont été engagés dans cette activité. Ces sites fournissent des données sur la concentration de particules de sulfates, de nitrates, de chlore, d'ammonium, de sodium, de calcium, de magnésium et de potassium, ainsi que sur la présence d'acide nitrique en phase gazeuse et de SO_2. On mesure la concentration horaire moyenne d'ozone troposphérique (au niveau du sol) à 6 sites. Le fait de mesurer plusieurs composés chimiques au même endroit présente deux avantages : les frais d'exploitation sont moins élevés et les chercheurs peuvent étudier l'interaction de divers polluants.

Le RCSAP a compté jusqu'à 43 sites de surveillance, mais jamais plus de 26 n'ont fonctionné simultanément. À l'heure actuelle, le réseau comprend 18 sites en activité. Lorsqu'il a vu le jour, vers le milieu des années 80, la couverture très éparse assurée par ses sites était jugée acceptable, beaucoup de provinces possédant leur propre réseau de surveillance, si bien que les données provinciales s'ajoutaient aux fédérales (voir la description de NAtChem ci-dessous). En réalité dans plusieurs cas, les sites du RCSAP venaient combler les lacunes des réseaux provinciaux. La politique misant sur le regroupement des données fédérales et provinciales paraît maintenant

insuffisante, depuis que certaines provinces ont considérablement allégé leur réseau, voire supprimé celui-ci.

Les activités du RCSAP englobent toutes les démarches scientifiques (sur le terrain et en laboratoire) et administratives associées à l'échantillonnage de l'air et des précipitations, à l'analyse chimique des prélèvements et à la transmission des résultats à NAtChem. Elles comprennent entre autres l'achat et l'entretien du matériel d'échantillonnage, l'exploitation et l'entretien des sites (souvent de concert avec d'autres administrations ou organisations), le recrutement et la formation du personnel de terrain travaillant à contrat, le transport des échantillons, les analyses chimiques, l'assurance et le contrôle de la qualité (AQ/CQ), la gestion et l'analyse des données.

Bon nombre de partenariats ont été forgés avec des organismes indépendants en vue de faciliter l'exploitation des sites du réseau. Ces ententes vont de l'usage gratuit des lieux au règlement intégral par la province des dépenses effectuées sur le terrain. Soixante-dix pour cent des exploitants des stations de surveillance le font dans le cadre d'un contrat avec Environnement Canada. En outre, deux sites semblables à ceux du RCSAP, exploités par des partenaires, mesurent la qualité des précipitations : celui de Sherbrooke, en Nouvelle-Écosse, exploité par le ministère de l'Environnement provincial, et celui de Snare Rapids, dans les Territoires du Nord-Ouest, exploité par l'administration territoriale. Environnement Manitoba et INCO exploitaient jusqu'à tout récemment un troisième site à Island Lake, qui a été fermé en janvier 1998 lorsque le gouvernement provincial lui a retiré son soutien financier.

b) Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem)

Les données du RCSAP sont stockées dans la Base de données nationales sur la chimie atmosphérique (NAtChem) avec celles sur la chimie des précipitations venant d'autres réseaux fédéraux, provinciaux et américains. Il s'agit de la seule base de données complète sur la chimie des précipitations englobant plusieurs réseaux en Amérique du Nord. On en prévoit présentement l'expansion afin d'inclure les données sur les particules et les produits chimiques toxiques présents dans l'air.

Environnement Canada maintient le centre NAtChem, qui archive les données du RCSAP et de 13 autres réseaux de surveillance des provinces et des États-Unis (un total de 146 sites de surveillance des précipitations ont été exploités au Canada en 1999). NAtChem s'occupe aussi de l'assurance et du contrôle de la qualité et fournit sur demande des extractions, des rapports annuels et des analyses de données. Le but principal de NAtChem est de fournir une analyse à l'échelle régionale de la chimie des précipitations pour améliorer la compréhension scientifique du transport à distance des polluants atmosphériques. Ainsi, NAtChem a servi à produire les cartes de répartition spatiale des dépôts humides et à effectuer les analyses nécessaires à l'évaluation de 1997. Ces cartes donnent une indication qualitative des progrès réalisés depuis l'adoption des mesures antipollution. Avec NAtChem, on peut effectuer de telles analyses efficacement parce que la base de données fusionne les données de toutes les sources disponibles. Pareil travail ne pourrait être entrepris uniquement à partir des données du RCSAP, sauf dans quelques cas.

c) Surveillance des eaux de surface

Environnement Canada, le ministère des Pêches et des Océans et le Service canadien des forêts surveillent les eaux de surface dans le sud-est du Canada. Plusieurs ministères provinciaux de l'Environnement en font autant, les plus actifs dans ce domaine étant ceux de l'Ontario, du Québec et du Nouveau-Brunswick. Environnement Canada tient des activités de surveillance des eaux de surface depuis le début des années 80 dans le but de compléter les programmes provinciaux.

Au départ, le réseau fédéral-provincial respectait un cadre théorique largement accepté intégrant la surveillance, la modélisation et l'évaluation. Ce cadre avait été conçu au Canada afin de rendre l'élaboration de politiques plus facile (en l'occurrence celles touchant les mesures antipollution). Un rapport d'évaluation du Programme intégré de surveillance que la Commission économique des Nations Unies pour l'Europe mène en appui de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, décrivait de manière succincte la structure de surveillance comme suit :

> *Un programme national de surveillance destiné à évaluer l'effet des dépôts acides sur l'environnement doit avoir une structure hiérarchique intégrée [...] Au sommet de cette hiérarchie se trouve un petit nombre de sites de recherche écologique, où la surveillance serait très intense [...] Ensuite vient une série de réseaux régionaux constitués de sites de plus en plus nombreux mais où l'échantillonnage s'effectue moins souvent. La base de la hiérarchie de surveillance se compose de relevés nationaux ou provinciaux pour lesquels les échantillons peuvent être prélevés aussi peu souvent qu'une fois aux dix ans.* [traduction libre]

Les activités de surveillance d'Environnement Canada couvrent les deux échelons supérieurs de cette hiérarchie. En général, les provinces ont apporté leur concours aux deux échelons inférieurs, bien que par son ampleur le programme ontarien ait aussi contribué aux activités du palier supérieur. La description de la CEE-ONU se terminait d'ailleurs sur l'avertissement que voici :

> *[...] supprimer un palier de surveillance dans la hiérarchie pourrait entraîner l'effondrement du tout et l'incapacité de procéder à une évaluation environnementale efficace.* [traduction libre]

On met beaucoup d'accent sur la recherche et sur l'estimation des effets des pluies acides à cinq sites de l'est du pays consacrés à la surveillance écologique ou à une approche écosystémique englobante. Ces sites sont ceux de Kejimkujik (Nouvelle-Écosse), du lac Laflamme (Québec), de Dorset (Ontario), des lacs Turkey (Ontario) et de la région des lacs expérimentaux (Ontario). Tous intégraient encore récemment une station du RCSAP. Les coupures budgétaires ont cependant contraint Environnement Canada à fermer la station du lac Laflamme en avril 1997, la plus onéreuse du réseau. (Actuellement, Environnement Canada soutient l'échantillonnage

hebdomadaire des précipitations au lac Laflamme et l'analyse chimique des échantillons, mais le ministère a dû réduire ses prélèvements pour les eaux de surface et ses analyses de données pour en arriver à ce compromis.)

Les frais élevés qu'engendrent les études sur l'ensemble de l'écosystème n'autorisent la poursuite des activités de surveillance qu'à bien peu d'endroits, et uniquement lorsque d'autres organisations acceptent de contribuer au projet. Les organisations participantes profitent habituellement de l'infrastructure en place pour entreprendre sur les lieux des recherches sur d'autres problèmes environnementaux (même si bon nombre de ces problèmes sont liés à l'atmosphère).

En général, on mesure les principaux constituants chimiques (ions, carbone organique, oxygène dissous, etc.), éléments nutritifs (composés azotés et phosphorés), quelques métaux (fer, aluminium, zinc, etc,) et d'autres paramètres courants de la qualité de l'eau (couleur, conductivité, etc.). Mais on s'intéresse aussi aux variables météorologiques et au rayonnement, au débit, à la température et à la transparence de l'eau, et à d'autres facteurs physiques. Dans les cours d'eau, on mesure en continu le niveau, donc le débit, et les résultats sont combinés aux relevés moins fréquents des paramètres chimiques pour donner un enregistrement des espèces chimiques qui quittent le bassin (à savoir, le flux chimique). La fréquence des analyses chimiques relatives à certaines variables a dû être réduite consécutivement au récent amenuisement des ressources financières.

Les études poursuivies aux cinq sites et les données qu'on y recueille servent à répondre aux questions les plus épineuses sur l'acidification et le rétablissement du milieu, ou son incapacité à se rétablir. Ces données sont aussi les meilleures qui soient pour détecter les surprises, comme le lien entre les variations climatiques et le retard du rétablissement. De plus, on s'en sert pour créer et valider des modèles de l'écosystème permettant de prévoir la réaction du milieu local aux échelons inférieurs de la hiérarchie de surveillance. Les modèles permettant d'estimer la charge critique à l'échelle régionale illustrent ce genre d'application.

En ce qui concerne les eaux de surface, les activités de surveillance de l'échelon intermédiaire sont menées à Terre-Neuve, en Nouvelle-Écosse, en Ontario et au Québec. Ces stations forment le réseau « temporel » de surveillance des pluies acides. Elles ont principalement pour but de fournir de l'information sur les tendances à long terme (soit sur plusieurs années) de l'acidification en région. Autrement dit, les données aident à savoir ce que l'acidification entraîne et où se manifestent les effets de ce phénomène. Les modèles de l'écosystème élaborés au moyen des données recueillies aux sites de surveillance intensive sont appliqués aux lacs du réseau temporel, ce qui permet d'établir des projections sur les conséquences de divers scénarios, une modification des mesures antipollution ou le changement climatique, par exemple.

L'échantillonnage aux stations temporelles s'effectue deux à six fois par année. Bon nombre de stations se situent dans un endroit éloigné, accessible seulement par hélicoptère. On y mesure essentiellement les mêmes composantes chimiques qu'aux sites de surveillance de l'écosystème, mais certaines analyses sur des variables moins prioritaires ont récemment été abandonnées ou on en a réduit la fréquence, faute de fonds suffisants.

D'importantes études provinciales ont été menées dans certaines régions au cours des années 80 et au tout début des années 90, mais elles n'ont pas été reprises à quelques exceptions près.

d) Surveillance des biotes aquatiques

Ce travail a été effectué par le ministère des Pêches et des Océans, le ministère de l'Environnement de l'Ontario et le Service canadien de la faune d'Environnement Canada. Le programme de biosurveillance du MPO et de l'Ontario a été mis sur pied en 1980 pour documenter les réponses des biocénoses aux mesures adoptées pour réduire les émissions de SO_2. Le programme couvrait six lacs de la région des lacs expérimentaux, quatre du bassin des lacs Turkey et quatre du district de Parry Sound, en Ontario, douze de la région de Muskoka-Haliburton, en Ontario également, quatre du parc de la Mauricie, six cours d'eau sur la rive nord du Saint-Laurent, trois lacs du parc national de Kejimkujik et six cours d'eau sur la côte sud de la Nouvelle-Écosse. Le programme de biosurveillance est en grande partie terminé aujourd'hui.

Le Service canadien de la faune d'Environnement Canada surveille encore les oiseaux aquatiques et leurs habitats. Ce programme remonte au milieu des années 80 et devait vérifier le rétablissement biologique des systèmes acidifiés. Il met l'accent sur les petits lacs et milieux humides importants pour les oiseaux aquatiques. On surveille divers indicateurs biologiques à quatre grappes régionales : 240 sites dans chacune des régions d'Algoma et de Muskoka en Ontario, 160 sites dans la région plus acidifiée de Sudbury, en Ontario, et 46 sites à Kejimkujik, dans le sud de la Nouvelle-Écosse. Le Service canadien de la faune utilise aussi l'Inventaire canadien des huarts à collier, effectué avec le concours de bénévoles, pour obtenir des données sur la reproduction du plongeon huart.

CHAPITRE 3 : LES PROGRAMMES EXISTANTS RÉPONDENT-ILS AUX EXIGENCES DE LA STRATÉGIE SUR LES PLUIES ACIDES?

Au premier chapitre, l'Équipe d'examen recommandait que l'on rédige un rapport d'évaluation sur les pluies acides d'ici 2004, date à laquelle on devrait avoir réuni assez de données pour déterminer comment l'écosystème réagit aux changements des émissions, notamment aux importantes réductions réalisées aux États-Unis lors de la première phase du programme américain, entre 1995 et 2000. Pour que l'évaluation soit valable, le programme de surveillance des pluies acides après l'an 2000 doit effectuer les activités mentionnées à la recommandation 3 du chapitre 1, en l'occurrence :

- **surveiller la chimie de l'air et des précipitations, et en déterminer les variations suite aux changements d'émissions de polluants;**
- **surveiller la chimie des lacs et des cours d'eau, et en vérifier le degré de rétablissement;**
- **évaluer la réaction des biotes aquatiques à l'évolution des dépôts;**
- **déterminer l'étendue et la sévérité de la perte de fertilité des sols forestiers et déterminer l'accroissement du risque pour la forêt;**
- **préciser le rôle de l'azote en tant qu'élément nutritif et agent acidifiant.**

Il est nécessaire de continuer à surveiller la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes aux changements des émissions pour déterminer *quels* changements se produisent et *où* ceux-ci surviennent. On doit aussi rassembler une masse de données suffisante afin de déterminer le *pourquoi* de tels changements, s'ils résultent d'une baisse des émissions acidifiantes, de déterminer la raison pour laquelle des écosystèmes réagissent parfois autrement qu'on s'y attendait, et s'il faut adapter les politiques en conséquence.

Surveillance de l'air et des précipitations

La surveillance du dépôt humide des principaux ions présents dans les précipitations a permis de vérifier la baisse des dépôts humides de sulfates attribuable à la diminution des rejets de dioxyde de soufre survenue ces dernières années. On aura encore besoin d'un solide programme de surveillance une fois que la mise en œuvre de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000 aura été entreprise. Le réseau existant devrait suffire pour détecter les effets d'une nouvelle baisse de 50 % des émissions dans l'est du Canada; cependant, plusieurs années s'écouleront avant que les signes d'une telle amélioration deviennent statistiquement significatifs. Ce décalage résulte de la forte variabilité interannuelle des conditions météorologiques et de l'important apport de polluants des États-Unis.

Le programme de surveillance jusqu'en 1995 a montré que, pendant que les dépôts de sulfates diminuaient, il y avait une baisse généralisée des dépôts de cations basiques qui neutralisent les acides, notamment ceux de calcium et de magnésium. Cette diminution du pouvoir neutralisant explique pourquoi la concentration plus faible de sulfates n'a pas été accompagnée d'une diminution équivalente de l'acidité des précipitations. La découverte est importante, mais le

programme existant n'a pas expliqué pourquoi il y a eu une modification des dépôts de cations, et donc n'a pu établir si ces changements se poursuivront dans l'avenir.

Au cours de la dernière décennie, le RCSAP fédéral a été ramené de 26 sites exploités simultanément à 18. Plusieurs sites provinciaux ont également été déplacés ou fermés durant cette période. Dans la plupart des cas cependant, on a fait en sorte que la fermeture des sites nuise le moins possible à la base de données globale et à son utilité. En 1996, les sites des réseaux combinés où l'on procédait à des mesures étaient assez nombreux pour que l'on puisse cartographier les dépôts humides des principaux ions dans la partie sud de l'Est canadien, mais la situation a empiré depuis, faute de personnel pour traiter les données, surtout en Ontario.

Dans le nord de l'Ontario, dans le nord du Québec et en Nouvelle-Écosse, les réseaux combinés ne sont pas assez denses pour fournir les données nécessaires à une cartographie précise des dépôts. Sans stations supplémentaires sur le pourtour nord du système, il ne sera pas possible d'avoir des mesures fiables des progrès réalisés en vue de respecter la charge critique des régions sensibles à l'acidificationcomme le centre de l'Ontario, l'ouest du Québec et certaines des zones de fraye du saumon dans les provinces de l'Atlantique.

Le temps requis pour produire les cartes du dépôt humide est aussi une source de préoccupations. La réalisation de telles cartes est une tâche considérable, car il faut recueillir et interpréter les données de plusieurs réseaux nord-américains de surveillance des dépôts humides et de plus de 700 sites de surveillance, en contrôler la qualité, les interpoler, les reporter sur une carte, les quadriller, les exporter et vérifier le tout. Certains ministères de l'Environnement ne possédant pas le personnel voulu pour mener à bien les tâches essentielles comme le contrôle de la qualité des données, il s'écoule au moins trois ans entre le moment où sont faites les mesures et la réalisation de la carte. En mars 2000, par exemple, les cartes les plus récentes dataient de 1996. C'est pourquoi on ne savait pas encore, à ce moment-là, dans quelle mesure les réductions appréciables des émissions de dioxyde de soufre survenues aux États-Unis en 1995 avaient influé sur les dépôts acides dans l'est du Canada.

Les besoins de surveillance sont fort différents dans l'ouest du pays. En effet, l'Ouest compte considérablement moins de régions sensibles aux polluants acidifiants que l'Est. On se sert donc du réseau pour prendre des relevés ponctuels, et non pour couvrir le vaste territoire nécessaire à la production de cartes fiables sur les dépôts ou la concentration de polluants. De grands efforts ont récemment été déployés sous l'égide d'organismes intervenants [dont la Clear Air Strategic Alliance (CASA), la Wood Buffalo Environmental Association (WBEA) et le Regional Aquatic Monitoring Program (RAMP)] pour aménager un certain nombre de sites dans les régions de la province les plus sensibles à l'acidification, et où les dépôts devraient vraisemblablement se rapprocher davantage de la charge critique. Il faudrait en outre disposer d'une meilleure capacité de surveillance pour la région plus fragile du nord de la Saskatchewan, exposée aux sulfates issus des activités de transformation primaire en Alberta et au Manitoba. La station du RCSAP située près d'Esther, en Alberta, s'avère utile à cet égard, mais on a besoin d'un autre site dans le nord de la Saskatchewan.

L'azote joue un rôle de plus en plus important dans l'acidification, cependant nos connaissances actuelles sur les dépôts totaux (humides et secs) de cet élément ne permettent pas d'en évaluer adéquatement l'incidence sur les écosystèmes canadiens. Il nous faut de meilleures méthodes pour estimer les dépôts d'azote totaux.

Surveillance du milieu aquatique

Les écosystèmes aquatiques réagissent à la modification des dépôts acides. Ce sont donc de bons indicateurs pour jauger l'effet des changements attribuables aux limitations des émissions. Puisque la nécessité d'autres mesures pour ramener les dépôts sous la charge critique ne fait plus aucun doute, il importe de maintenir un programme efficace de recherche et de surveillance pour le milieu aquatique, pour vérifier l'efficacité des nouvelles mesures. Toutefois, d'importants éléments du programme ont été abandonnés ou sont menacés par un manque de fonds chronique.

Les activités de recherche et de surveillance sur les pluies acides ont considérablement bénéficié de l'implantation de la hiérarchie de surveillance à trois échelons décrite au chapitre 2. Les relevés régionaux entrepris par quelques provinces, surtout dans les années 80, ont fourni de bonnes données sur l'ampleur et la gravité de l'acidification des lacs et des cours d'eau, alors que le réseau temporel a produit une information précieuse sur les tendances annuelles de la chimie de l'eau. Les sites de surveillance intensive ont donné une très bonne idée des raisons pour lesquelles les écosystèmes réagissent comme ils le font, et ont été précieux pour expliquer les résultats inattendus.

Les trois échelons de la hiérarchie de surveillance sont importants, car les données recueillies à un palier peuvent servir à expliquer ou à extrapoler les résultats et les observations d'un autre. En combinant les données venant des quelque 200 lacs du réseau temporel à celles des anciens relevés régionaux sur plusieurs autres centaines de lacs, on peut évaluer la réponse à l'échelle régionale à une modification des dépôts. Les connaissances acquises aux sites de surveillance intensive et de recherche aident à élucider les réactions observées ailleurs. Néanmoins, aussi valable que soit le concept d'une hiérarchie de surveillance, les composantes actuelles du réseau ne suffisent pas pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000.

a) Études àgrande échelle : suivi des changements régionaux

Les relevés à grande échelle sur les lacs d'une région exigent un travail considérable, mais ils sont les seuls à vraiment pouvoir documenter le degré d'acidification des lacs et des cours d'eau dans les régions touchées par les pluies acides, ou susceptibles de l'être. Pour garder leur utilité et rester valables, cependant, pareils relevés doivent être repris périodiquement. À mesure que les données vieillissent et sont de moins en moins représentatives des conditions présentes, extrapoler des conclusions pour une vaste région à partir des données du réseau temporel devient de plus en plus difficile.

Quelques provinces ont entrepris de grands relevés lacustres dans les années 80, mais peu d'entre elles les ont répétés. Y font exception les relevés effectués dans la région de Sudbury, en Ontario, dans la région de Rouyn-Noranda, au Québec, et dans les lacs de tête sensibles à l'acidification du Nouveau-Brunswick, qu'a reprises le ministère de l'Environnement provincial. Dans l'Ouest, le ministère de l'Environnement de l'Alberta, en collaboration avec les intervenants, effectue une surveillance des lacs et maintient une base de données sur la chimie des lacs et leur sensibilité aux dépôts acides. De nouveaux lacs s'ajoutent à cette base de données de temps à autre.

Les relevés ont montré que la concentration de sulfates dans l'eau des lacs diminue à mesure que l'on s'éloigne de la source locale de dioxyde de soufre. L'intérêt particulier de ces résultats tient au fait qu'ils reflètent les dépôts totaux (et non seulement les dépôts humides mesurés par le réseau de surveillance), et donc qu'ils montrent comment les dépôts totaux varient en fonction de la distance de la source des rejets.

L'analyse des données issues de l'échantillonnage de 75 lacs dans la région de Rouyn-Noranda en 1986, 1991 et 1996 indique aussi clairement que la concentration de sulfates dans les lacs a diminué d'une enquête à l'autre. Les réductions observées le plus près de l'agglomération sont principalement dues aux mesures antipollution locales, mais celles notées dans les lacs plus distants témoignent de la baisse des émissions ailleurs dans l'est du pays et dans le nord-est des États-Unis.

Une constatation plus inquiétante de l'analyse des données de Rouyn-Noranda concerne l'eau de lacs situés à moins de 50 kilomètres de la ville. La concentration de nitrates semble en effet y avoir augmenté entre 1982 et 1986. Cette hausse apparente est survenue en l'absence d'une hausse sensible des émissions d'oxydes d'azote et des dépôts azotés. Si elle se confirme, cette tendance pourrait indiquer que la rétention d'azote dans les bassins s'est affaiblie au cours des dernières années, un signe précurseur que l'on pourrait approcher du point de saturation pour cet élément. La surveillance de la qualité de l'eau dans les rivières, à deux endroits de la région, révèle que la concentration de nitrates dans les eaux superficielles montre une tendance à la hausse depuis environ 1990.

De tels résultats montrent qu'il faut poursuivre les programmes existants et reprendre les relevés interrompus depuis les années 80.

b) Le réseau temporel : suivi des changements avec le temps

Notre capacité à détecter les changements interannuels et les tendances pluriannuelles relatives à l'acidification dans les lacs dépend du réseau temporel. Parmi les résultats importants que l'on doit à ce dernier figure la découverte que l'acidité ne baisse pas aussi vite dans les lacs que la concentration de sulfates. Faute de fonds cependant, le réseau ne couvre plus un territoire aussi vaste qu'auparavant dans l'est du Canada et il n'y a pas assez de personnel pour interpréter les données recueillies.

En 1995, le réseau de l'est comprenait 202 lacs. Présentement, il n'est pas assez étendu pour fournir des données représentatives sur les régions affectées de l'est du pays, notamment celles à l'écologie fragile comme les hautes-terres du sud de la Nouvelle-Écosse (où sont situées d'importantes frayères à saumon), le sud et le centre du Nouveau-Brunswick et la région de Parry Sound, en Ontario.

Dans l'Ouest, on ne surveille que peu les lacs sensibles du Manitoba et du nord de la Saskatchewan, bien que l'on surveille des grappes de lacs dans des régions sensibles de l'Alberta et à quelques endroits de la Saskatchewan sous l'égide de la RAMP (Regional Aquatics Monitoring Program).

c) Sites de recherche et de surveillance écologiques : explication des changements

Les sites de recherche et de surveillance écologiques ont une importance capitale, car ils aident à expliquer pourquoi les écosystèmes réagissent comme ils le font aux pluies acides et à d'autres stress atmosphériques.

L'utilité de tels sites ne se limite pas néanmoins à la surveillance. En effet, on y poursuit des recherches intensives (telle l'acidification artificielle de l'eau dans la région des lacs expérimentaux pour étudier l'impact du phénomène et le rétablissement subséquent de l'environnement). Les connaissances acquises facilitent l'interprétation des mesures du réseau temporel et des relevés des lacs. Ces sites occupent aussi une place importante dans le Réseau d'évaluation et de surveillance écologiques (RÉSÉ), un réseau national d'environ 80 sites où l'on effectue des recherches multidisciplinaire et des activités de surveillance à long terme sur la réaction des écosystèmes au stress environnemental.

Chacun de ces sites offre certes une plate-forme idéale pour une multitude de projets de recherche en écologie. Pris dans son ensemble, le réseau permet par surcroît aux chercheurs de comparer la manière dont divers écosystèmes, au taux de pollution et au régime climatique différents, réagissent à des stress similaires. La comparaison des résultats issus des sites de recherche et de surveillance écologiques canadiens à ceux de sites équivalents à l'étranger n'est pas non plus dépourvue d'intérêt.

Les recherches poursuivies aux sites de recherche et de surveillance écologiques ont considérablement aidé à comprendre la façon dont les écosystèmes s'adaptent à l'acidification. Elles joueront un rôle crucial pour répondre aux nombreuses questions qui demeurent sans réponse. Plus précisément, elle peuvent fournir des renseignements précieux sur le rôle de l'azote dans l'écosystème, sur la disparition des éléments nutritifs du sol (et l'incidence de cette perte sur la productivité et la santé des forêts), sur la libération du soufre emmagasiné dans le sol et/ou les milieux humides, et sur d'autres mécanismes qui régissent l'acidification et le rétablissement des écosystèmes terrestres et aquatiques. Ces mêmes sites peuvent également aider à comprendre l'interaction des pluies acides avec d'autres facteurs qui influent sur le rétablissement de l'écosystème, comme la variabilité et le changement climatiques ou la contamination par le

mercure. Pareilles activités ne pourront toutefois aller de l'avant tant qu'on n'y consacrera pas les ressources suffisantes.

d) Un réseau de surveillance hiérarchisé est-il essentiel pour la surveillance de l'environnement aquatique?

L'Équipe d'examen s'est demandé s'il serait judicieux d'abandonner la hiérarchie de surveillance à trois échelons du milieu aquatique et d'affecter l'ensemble des ressources restantes à un seul volet du programme. Si ces ressources servaient à améliorer les travaux aux sites de surveillance intégrés, par exemple, on consoliderait les recherches visant à préciser le rôle de l'azote dans l'acidification et à étudier les liens entre les pluies acides et d'autres questions environnementales telles que le changement climatique, la pollution par le mercure et la biodiversité. Cependant, on ne saurait plus alors déterminer la portée géographique et l'évolution des tendances d'acidification dans l'est du Canada.

Par contre, le fait de consacrer les ressources restantes à une amélioration du réseau temporel rendrait ce dernier plus représentatif, ce qui permettrait d'acquérir des données sur les tendances pluriannuelles de l'acidification dans les zones à écologie fragile affectées par les pluies acides.

L'abandon des sites intégrés de surveillance nous priverait toutefois d'information sur les causes des changements observés, et l'on ne pourrait plus déterminer si ces changements sont attribuables aux programmes de limitation des émissions. En ne gardant que le réseau temporel, on ne pourrait plus comprendre pourquoi certaines tendances se manifestent, évaluer le rôle de l'azote ni déterminer l'interaction des pluies acides avec d'autres facteurs environnementaux.

L'Équipe d'examen a donc conclu que les trois volets du programme sont requis.

Biotes aquatiques

On nedoit pas sous estimer la gravité de la menace que les dépôts acides continuent à faire peser sur les biotes aquatiques de l'est du Canada. Cette menace reste l'une des plus sérieuses pour la biodiversité au niveau de l'écorégion. Une acidité accrue est nocive pour de nombreuses espèces du phytoplancton, du zooplancton, d'invertébrés benthiques et de poissons. Dans la plupart des cas, les incidences sur les oiseaux sont imputables à une modification de la qualité et de la quantité de leur nourriture. À l'acidification peuvent s'ajouter les effets d'autres facteurs comme le changement climatique, la contamination par le mercure et une plus grande exposition aux UVB, avec des conséquences néfastes sur une plus grande échelle. Les études expérimentales révèlent qu'il s'écoule un certain temps entre l'amélioration des conditions chimiques et celle de conditions biologiques. Le rétablissement biologique des lacs fortement acidifiés pourrait être plus lent que celui des lacs moins atteints, si bien que les lacs qui se sont rétablis pourraient aussi ne plus abriter la même biocénose qu'auparavant.

La plupart des activités de recherche et de surveillance sur les biotes aquatiques liées aux dépôts acides sont terminées, quoiqu'on surveille encore les oiseaux aquatiques et leur habitat en Ontario et dans le sud de la Nouvelle-Écosse. L'importance de ces activités ne suffit toutefois pas

à déterminer l'utilité des programmes de lutte contre les pluies acides dans la protection des biotes aquatiques.

Il faudrait deux ou trois ateliers scientifiques pour examiner les bases de données existantes, dresser le bilan des connaissances actuelles, comprendre le phénomène du rétablissement biologique et entreprendre d'autres tâches essentielles, avant que l'on puisse établir les éléments d'un programme de biosurveillance. C'est là une tâche trop ambitieuse pour l'Équipe d'examen en 1999; aussi cette dernière recommande-t-elle qu'on la reporte à l'an 2000. Il est à noter que de tels ateliers seraient utiles pour évaluer la réaction des écosystèmes à de nombreux stress environnementaux, et non seulement à celui du dépôt acide.

Incidences sur les forêts

Le Dispositif national d'alerte rapide pour les pluies acides (DNARPA), plusieurs réseaux provinciaux et le Projet des érables de l'Amérique du Nord (PEAN) entrepris par le Canada et les États-Unis ont permis de bâtir de très riches bases de données sur la santé des forêts. L'incidence des pluies acides sur les forêts a aussi donné lieu à des recherches scientifiques qui ont fait ressortir un certain nombre d'effets directs et indirects de la pollution atmosphérique sur les arbres. Le dépérissement des bouleaux blancs dans la baie de Fundy, au Nouveau-Brunswick, est le lien le plus évident entre la pollution régionale et ses répercussions néfastes sur les forêts. Plusieurs facteurs viennent cependant compliquer cette relation entre la pollution et la santé des forêts de feuillus, entre autres une variation appréciable de la sensibilité des sols aux dépôts acides.

La charge critique est un instrument utile pour évaluer le lien entre le dépérissement des forêts et la pollution atmosphérique régionale, car elle tient compte de l'effet tampon du sol. On a calculé la charge critique du soufre et de l'azote aux sites du DNARPA et on a publié les résultats dans *Pluies acides au Canada : Rapport d'évaluation de 1997*. Ces calculs procurent un étalon quantitatif essentiel pour mesurer l'efficacité des programmes antipollution dans la prévention de l'acidification et de l'eutrophisation (fertilisation excessive) des forêts. Les cartes des charges critiques identifient les régions forestières les plus sensibles aux dépôts acides. Les cartes de dépassement servent à montrer si les dépôts de soufre et d'azote dépassent la charge critique et, le cas échéant, de combien. Ces connaissances sont importantes, car la disponibilité de métaux toxiques tels l'aluminium et le manganèse augmente avec l'acidification du sol tandis que les cations basiques disparaissent plus rapidement, ce qui accroît les risques de carence en éléments nutritifs, de déséquilibre nutritif et d'effets nocifs pour les arbres. Les études sur le dépérissement des érablières dans l'est du Canada ont révélé que les arbres meurent davantage là où il y a dépassement de la charge critique.

L'adoption de l'approche de la charge critique marque un véritable tournant dans la manière d'évaluer les incidences des pluies acides sur les forêts au Canada. En effet, cette méthode permet non seulement de classer les activités de recherche et de surveillance en fonction de leur priorité dans le secteur forestier, mais permet aussi une analyse et une interprétation nouvelles des excellentes données à notre disposition (la plupart des programmes canadiens de surveillance des forêts intègrent un solide volet d'assurance et de contrôle de la qualité). Les membres de

l'Équipe d'examen croient qu'on pourrait répondre à quelques grandes questions restées sans réponse quant à l'incidence des dépôts acides (et d'autres stress anthropiques) sur les écosystèmes forestiers, en ayant recours à l'approche de la charge critique et à un réseau de surveillance à trois échelons. Ces questions sont entre autres : quelle est l'importance des pertes d'éléments nutritifs dans le sol des écosystèmes forestiers fragiles? Quelle proportion de nos forêts est menacée de détérioration si les dépôts acides se poursuivent? Quels sont les incidences cumulatives de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes forestiers?

Il est logique d'implanter un système de surveillance à trois paliers pour les écosystèmes aquatiques et forestiers, car une grande partie de la zone forestière du Canada abrite des eaux de surface et des milieux humides. Or, il existe un lien fondamental entre ces eaux, les dépôts acides et la forêt environnante. Il se pourrait donc que le sol forestier accentue ou atténue l'effet des dépôts acides sur les eaux de surface dans les régions concernées.

Pour mieux évaluer les zones forestières à risque, on devra exploiter davantage les données existantes et produire des cartes des charges critiques plus détaillées et plus précises que celles réalisées pour l'évaluation de 1997. Le plan de travail sur les pluies acides adopté par la Conférence des premiers ministres de l'est du Canada et des gouverneurs des États de la Nouvelle-Angleterre (PMEC/GNA) en octobre 1999 prévoit un projet de cartographie de ce genre. Celui-ci aboutirait à la production de cartes détaillées des charges critiques pour les dépôts de soufre et d'azote sur les sols forestiers de l'est du Canada d'ici trois ans. Pareilles cartes fourniraient d'autres données scientifiques qui serviraient à concevoir des programmes de lutte contre l'azote.

La production de ces cartes exigera cependant beaucoup d'efforts, et aucune administration ne peut entreprendre à elle seule un projet aussi ambitieux. Il y faudra le concours de plusieurs partenaires. Il serait également souhaitable d'inclure l'Ontario dans ce projet, car l'intégration des données ontariennes à l'analyse ne poserait pas de grandes difficultés; on obtiendrait ainsi une carte qui couvrirait l'ensemble des régions affectées par les pluies acides dans l'est du Canada.

Effets sur la santé humaine

L'Équipe d'examen a décidé de ne pas évaluer les programmes de recherche concernant les effets des émissions acidifiantes sur la santé humaine puisque d'autres groupes, au Canada et ailleurs, se penchent déjà sur cette question et ont formulé des recommandations sur les lacunes scientifiques à combler.

Dommages aux matériaux

Plusieurs études ont clairement démontré que la pollution atmosphérique accélère la corrosion de divers matériaux largement utilisés dans nos villes. Le Programme de coopération internationale pour l'évaluation des effets des polluants atmosphériques sur les matériaux, créé aux termes de la Convention des Nations Unies sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance, a permis d'établir les relations dose-effet entre des polluants comme le dioxyde de soufre, les

oxydes d'azote et l'ozone, et des matériaux comme la pierre, la peinture et divers métaux d'usage courant. Le Canada participe à l'exercice et fournit, à très peu de frais, des données importantes pour les autres activités du programme. Il serait intéressant et profitable d'utiliser les relations dose-effet pour produire des cartes sur la corrosion au Canada. On y retrouverait les taux de corrosion approximatifs dans un certain nombre de centres urbains et ruraux du pays, et l'on s'en servirait pour estimer le ralentissement de la corrosion attribuable aux mesures de limitation des émissions polluantes.

Conclusion générale

L'Équipe d'examen estime que les programmes de recherche et de surveillance actuels ne sont pas suffisants pour satisfaire aux exigences de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000. Il y a deux problèmes majeurs. D'abord, les programmes scientifiques actuels ne recueillent pas assez de données pour autoriser une évaluation complète de la réaction de l'atmosphère et des écosystèmes à la réduction des émissions : certains volets clés manquent ou ont été abandonnés. Deuxièmement, il n'y a pas assez de personnel compétent pour administrer et coordonner les programmes de surveillance nécessaires, et ni pour analyser et évaluer les données recueillies. Ces carences devront être comblées si l'on veut procéder à une évaluation adéquate en 2004.

CHAPITRE 4 : RECOMMANDATIONS

L'Équipe d'examen recommande l'adoption de diverses mesures pour que le programme de recherche et de surveillance ait la capacité de recueillir et d'analyser l'information requise pour produire une évaluation générale en 2004. Ces recommandations sont présentées en détail dans le reste de ce chapitre.

L'Équipe d'examen préconise aussi une évaluation supplémentaire après 2004, afin d'évaluer l'impact de la prochaine série de mesures de réduction des émissions prises aux termes de la Stratégie pancanadienne sur les émissions acidifiantes après l'an 2000, et des nouvelles réductions effectuées aux États-Unis. Le rapport de 2004 donnera toutefois un tableau plus clair de l'incidence des réductions actuelles des émissions sur le rétablissement des lacs fragiles dans certaines régions de l'est du Canada. En nous renseignant davantage sur les charges critiques et en enrichissant nos connaissances sur d'autres aspects du problème, notamment le rôle de l'azote, le rapport contribuera aussi de manière appréciable à l'élaboration de stratégies efficaces de lutte contre la pollution.

L'Équipe d'examen a déjà identifié les principaux domaines où les lacunes les plus flagrantes doivent être comblées par la recherche et la surveillance. Il conviendra d'examiner les possibilités et les coûts qui y sont associées, et de dresser des plans de mise en œuvre. L'Équipe d'examen a l'intention de terminer ce travail avant la fin de juin 2000.

Recommandations générales

- Maintenir les activités de surveillance atmosphérique et lacustre du programme existant et ne pas les réduire davantage.
- Mettre sur pied une petite équipe de scientifiques cumulant l'expertise voulue pour évaluer le rôle de l'azote dans l'acidification des eaux de surface et dans la productivité des forêts au Canada. Il s'agit d'un travail appréciable qui nécessitera le concours de plusieurs chercheurs pendant quelques années. L'Équipe d'examen pense que les résultats qui seront rapportés en 2004 seront préliminaires, et que l'évaluation devra se poursuivre au-delà de cette date.
- Maintenir les sites de recherche et de surveillance écologiques où se dérouleront bon nombre des activités de recherche les plus pointues (azote, disparition des cations basiques, voies géochimiques, etc.). On a particulièrement besoin de tels sites pour la recherche sur le cycle de l'azote.
- Étudier les grands processus qui régissent l'acidification et le rétablissement des écosystèmes terrestres, notamment la libération du soufre stocké dans les sols et les milieux humides et la perte de cations basiques par les écosystèmes. Les sites de surveillance écologique aideront beaucoup les recherches à ce chapitre.
- Étudier les liens et les synergies entre les facteurs du changement planétaire, comme les pluies acides, la contamination par le mercure, le réchauffement de la planète, etc. Évaluer les avantages secondaires des mesures de lutte contre le SO_2, le mercure et les gaz à effet de serre sur l'acidification de l'écosystème et son rétablissement subséquent.

- Rétablir un comité semblable au Comité de coordination de la recherche et de la surveillance fédéral-provincial en vue de parvenir à une meilleure coordination générale entre les administrations et à une plus grande collaboration entre les scientifiques.
- Améliorer le modèle d'évaluation intégrée afin qu'il couvre les composés azotés et que les autres données du modèle puissent être actualisées.
- Relancer le programme d'assurance de la qualité par comparaison des résultats entre laboratoires du TADPA.
- Maintenir une association étroite avec les membres des Conférence des gouverneurs de la Nouvelle-Angleterre et des premiers ministres de l'est du Canada (GNA/PMEC) afin de favoriser la mise en commun de l'information et des ressources.

Activités de recherche et de surveillance spécifiques nécessaires pour combler les lacunes dans nos connaissances

1. Dépôts

Recherche :

i) Améliorer les méthodes servant à estimer les dépôts azotés.
ii) Déterminer si l'emploi combiné des modèles lagrangiens et des données s'avérera utile pour améliorer l'analyse des dépôts.
iii) Examiner si les capteurs passifs fournissent des renseignements utiles sur les dépôts dans l'ouest du Canada, région où les dépôts secs présentent plus d'importance que dans l'est.
iv) Revoir le réseau de surveillance de dépôts secs du RCSAP pour que les régions soient correctement couvertes.

Surveillance :

i) Examiner le processus des rapports sur l'environnement (à savoir, les moyens servant à signaler les observations et les résultats des analyses) en vue de l'accélérer et de permettre une meilleure diffusion de l'information.
ii) Créer trois nouveaux sites de surveillance pour mieux évaluer les dépôts et les tendances à la limite nord des zones géographiques les plus touchées par les pluies acides (c.-à-d. le nord de l'Ontario, le nord du Québec et la Nouvelle-Écosse).
iii) Établir une station dans le nord de la Saskatchewan afin de déterminer les tendances du dépôt dans cette région fragile de l'Ouest, et déterminer si ce nouveau site compense l'abandon de la station d'Island Lake, au Manitoba.
iv) Dresser un inventaire des émissions de cations basiques.
v) Installer des capteurs d'eau de brouillard dans les régions côtières ou aux sites en altitude.

2. Eaux de surface

Recherche :

i) Déterminer les incidences de l'azote et de la saturation en azote sur l'acidification et l'eutrophisation des eaux de surface.

ii) Chercher les causes et les effets de la disparition des cations basiques dans les eaux de surface, et étudier le rapport entre ce phénomène et le rétablissement des lacs et des cours d'eau acidifiés.

iii) Mettre au point des modèles d'acidification, ou modifier les modèles existants, pour pouvoir estimer la charge critique en sulfates et en azote (nitrates).

iv) Évaluer les origines géochimiques de l'acidification du bassin hydrographique par le soufre et l'azote en entreprenant des études de bassin jaugé.

v) Évaluer les coûts et options pour établir si les biotes aquatiques réagissent à la réduction des émissions et au rétablissement chimique des lacs dans les régions où la chimie des eaux de surface a changé.

vi) Examiner les relations entre les pointes du taux d'acidité et la destruction des poissons dans les rivières à saumon des provinces de l'Atlantique.

vii) Entreprendre des activités de recherche et de surveillance sur les systèmes à « eau brune » en vue de préciser leur rôle dans l'acidification des eaux de surface et leur charge critique. De tels écosystèmes écologiquement riches ont une grande importance pour la Saskatchewan et plusieurs régions de l'est du Canada.

Surveillance :

i) Le travail le plus pressant est de veiller à ce que l'on continue à surveiller les lacs et les cours d'eau en 2000 (à savoir, que l'on maintiendra l'échantillonnage aux sites du réseau « temporel »). Cet échantillonnage, jusqu'à présent assuré par Environnement Canada, est sérieusement menacé depuis quelques années à cause de fonds insuffisants. Des fonds d'urgence ont été débloqués en 1999 pour la tenue d'une campagne de prélèvements. L'Équipe d'examen craint particulièrement que l'on mette fin à la série chronologique de mesures pluriannuelles sur la chimie de l'eau de surface si l'on ne dispose pas des ressources adéquates quand viendra le temps des prélèvements, au printemps 2000. **L'Équipe d'examen estime que ce volet du programme de surveillance des biotes aquatiques doit absolument se poursuivre sans interruption.**

ii) Il faut aménager d'autres sites temporels aux endroits à l'écologie fragile que couvre présentement le réseau temporel (à savoir, les eaux de surface du sud et du centre du Nouveau-Brunswick, l'ouest du Québec, la région de Parry Sound en Ontario, les lacs sensibles du nord de la Saskatchewan et les rivières où frayent les saumons dans les hautes-terres du sud de la Nouvelle-Écosse).

iii) On devrait reprendre les parties sensibles sur le plan écologique des études spatiales sur les lacs et les cours d'eau effectuées dans les années 80, pour préciser les effets bénéfiques des programmes de réduction des émissions implantés en Amérique du Nord.

3. Forêts et sols

Recherche :

i) Soutenir le projet de cartographie forestière lancé par les provinces de l'Est et les États de la Nouvelle-Angleterre et y participer. Ce projet mise sur une double approche (spécifique au site et interpolation des zones écologiques) pour élaborer et adapter le modèle du simple bilan massique qui établira la charge critique de soufre et d'azote des écosystèmes forestiers. L'objectif principal consiste à cartographier les charges critiques et les dépassements pour les zones forestières du nord-est du pays.

ii) Évaluer le rôle des dépôts acides (azote et soufre) et la disparition concomitante des cations basiques en ce qui a trait à la fertilité et la productivité des forêts. Déterminer les risques environnementaux et économiques pour les forêts du Canada et l'industrie forestière.

4. Matériaux

Recherche :

i) Maintenir la participation du Canada au *Programme de coopération internationale pour l'évaluation des effets des polluants atmosphériques sur les matériaux, y compris les monuments historiques et culturels* entrepris sous l'égide de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière à longue distance de la CEE-ONU.

ii) Appliquer certains résultats du programme à la réalité canadienne (à savoir, produire une carte des taux de corrosion pour quelques régions du pays).

5. Santé humaine

Les activités de recherche et de surveillance en la matière étant poursuivies dans le cadre d'autres programmes, il est superflu d'entreprendre des études analogues dans le contexte du programme de recherche sur les pluies acides. L'Équipe d'examen rappelle toutefois qu'il faut mettre en place des mécanismes en vue d'améliorer la coopération et d'encourager les études et les évaluations conjointes.

ANNEXE

Liste des réunions de consultation et participants

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides
Réunion de consultation du 8 septembre 1999 à Sackville (Nouveau-Brunswick)

Présents :

Rob Hughes	Environnement N.-B.	Deborah McLellan	NS Power
Leo Burns	Énergie N.-B.	Todd Fraser	Environnement Î.-P.-É.
Roger Cox	Forêts Canada	Tom Clair	Environnement Canada
Michael Hingston	Environnement N.-É.	Guy Fenech	Environnement Canada
Gilles Lacroix	MPO	Billie Beattie	Environnement Canada
John MacMillan	Pêches N.-É.	Neil Burgess	Environnement Canada
Des Cousens	NS Power	Paul Quinn	Environnement Canada
Vince Zelazny	Ressources naturelles N.-B (Forêts)		

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides
Réunion de consultation du 9 septembre 1999 à Québec

Présents :

Jacques Dupont, Environnement Québec
Guy Fortin, Centre Saint-Laurent
Guy Fenech, Environnement Canada
Ghislain Jacques, Environnement Québec
Rock Ouimet, Service de foresterie du Québec
Paul Quinn, Environnement Canada
Raynald Brulotte, Environnement Québec
Alain Kemp, Centre Saint-Laurent

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides
Réunion de consultation avec les intervenants de l'Alberta, le mardi 14 septembre 1999

Présents :

Guy Fenech, Environnement Canada
Ken Foster, Alberta Environment
Peter Hunt, Energy and Utilities Board
Ron Pauls, Syncrude Canada
Lawrence Cheng, Alberta Environment
Paul Quinn, Environnement Canada
David McCoy, Husky Oil
Sheila Chernys, Suncor Energy
Karen McDonald, Environnement Canada
Chow-Seng Liu, Alberta Environment
Neil Dibble, Mobil Oil
Wendy Davis, Service canadien des forêts
Allan Legge, Biosphere Solutions
Monique Richard, Alberta Environment
Lisa Holmes, Alberta Environment
Dave Ballagh, Saskatchewan Environment and Resource Management (par téléphone)

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides
Téléconférence consultative de l'Ontario, 16 septembre 1999

Présents :

John Kelso, (MPO-LGLPSA)
Dean Jeffries (EC-INRE)
Peter Dillon (MEO-Dorset);
Joe Muraca, Environnement Canada
Don McNicol, SCF, Région de l'Ontario
John Gunn (MRN/Laurentienne)
Mike Turner et Ray Hesslein (MPO-RLE)
Guy Fenech, Environnement Canada
Neville Reid, ministère de l'Environnement de l'Ontario
Fred Conway, Environnement Canada

Programme de recherche et de surveillance sur les dépôts acides
Réunion de consultation de l'Ontario, 20 septembre 1999

Présents :

Marius Marsh
Bill McIlveen
Murray Dixon
Bill Gizn
Dave MacLaughlin, ministère de l'Environnement de l'Ontario